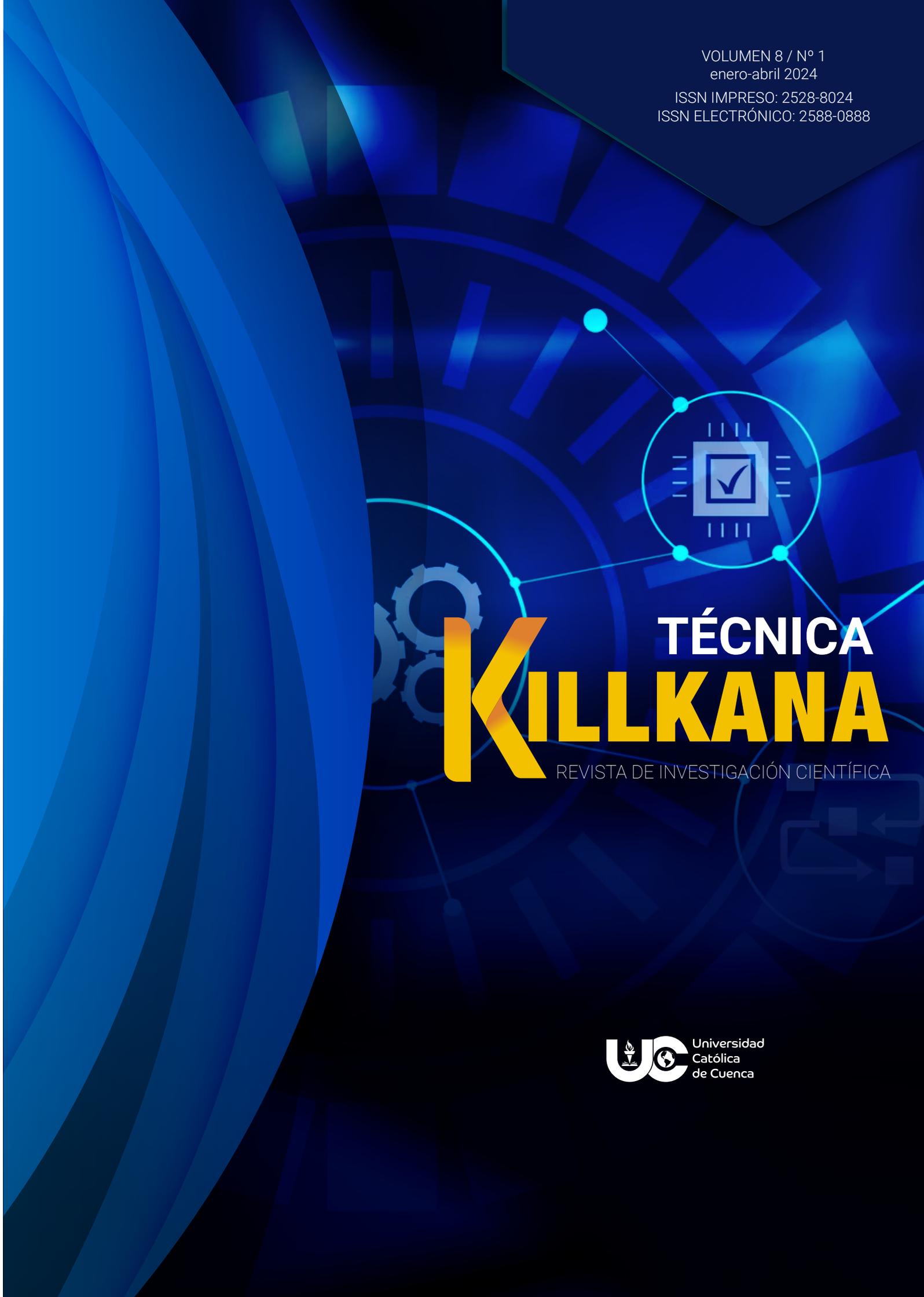


VOLUMEN 8 / N° 1
enero-abril 2024
ISSN IMPRESO: 2528-8024
ISSN ELECTRÓNICO: 2588-0888



TÉCNICA KILLKANA

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

KILLKANA

T É C N I C A

Volumen 8 Número 1
ISSN impreso: 2528-8024
ISSN electrónico: 2588-0888



Cuenca, enero de 2024

Revista Killkana Técnica

ISSN IMPRESO: 2528-8024

ISSN ELECTRÓNICO: 2588-0888

**Departamento de Posgrado, Investigación
Vinculación con la Sociedad y Publicaciones
de la Universidad Católica de Cuenca**
Av. de Las Américas y Humbolt

Código Postal 010101, Cuenca–Ecuador
killkana.investigacion@ucacue.edu.ec

Central telefónica:

+593 (7) 2-830-751

+593 (7) 2-824-365

+593 (7) 2-826-563

<http://www.ucacue.edu.ec>

<http://killkana.ucacue.edu.ec>

Volumen 8, Número 1

Publicación trianual

Diseño y diagramación

Dis. Alexander Campoverde Jaramillo

English texts revision/edition

Lic. Tania Cecilia Bustamante Saavedra, Mgs.

Versión digital

Editorial Universitaria Católica (EDUNICA)



EDUNICA
EDITORIAL UNIVERSITARIA

Gestión Editorial de la Revista Killkana Técnica

Editora

Ing. Sist. Aura del Cisne Guerrero Luzuriaga MsC.

Comité Científico

Miembros

Dr. Miguel Ysrrael Ramírez Sánchez
Universidade Internacional do Cuanza (UNIC)
miguel.ramirez@unini.edu.mx

Mariela Cerrada Lozada, PhD, senior member IEEE
Universidad Politécnica Salesiana
mcerrada@ups.edu.ec

Dra. Claudia García Ancira
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
claudia.garciaa@uanl.mx

Gorka Moreno Márquez
Universidad del País Vasco
gorka.moreno@ehu.eus

Editorial

La gestión efectiva de las redes académicas en la investigación

Effective management of academic networks in research

Ing. Aura Guerrero-Luzuriaga

Docente – Investigadora de la Red de investigación y observatorios – RIOUC

Miembro del Grupo de Investigación Ciencia & Diversidad

Miembro de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional - RECIR

Miembro de la Red Ecuatoriana de Mujeres Científicas – REMCI

Miembro de la Red Latinoamericana de Mujeres en Política – REDLATPOL

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0734-7691>



<https://www.doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1533>

El tema de esta editorial está orientado a realizar un análisis sobre una actividad que, como investigadores debemos rezar todos los días, o al menos una vez por semana. Esta es, la gestión de las redes académicas y científicas a las cuales nos debemos. Y surgirá la pregunta: ¿por qué? Porque es fundamental para visibilizar nuestro perfil de investigador activo con el fin de visibilizar y proyectar el impacto del trabajo que realizamos.

Actualmente con todo y la IA, todavía no se puede contar con una sentencia que programe la actualización

total de las redes académicas y científicas. Una barita mágica que muestre todos los eventos que necesitamos conocer para preparar aportes y socializar la investigación en la cual se trabaja. Pero ya escribiendo aspectos coherentes (con esto, no quiero decir que es imposible; por el contrario, en un futuro próximo esperemos que se genere esta herramienta) nosotros los investigadores debemos trabajar en gestionar nuestras redes, para ello presento esta editorial con algunas estrategias clave para visibilizarnos en el mundo de la ciencia.

Ilustración 1
Logotipos de redes académicas



La primera estrategia a proponer es la creación de perfiles en plataformas académicas relevantes como Google Scholar, ORCID, Scopus, ResearchGate, etc., éstas pueden aumentar significativamente la visibilidad de las publicaciones del investigador [1]. Ahora bien, luego de estar ya en las diferentes redes se debe unificarlas y mantenerlas actualizadas con las últimas publicaciones, proyectos y colaboraciones [2]. Esto facilita la atribución adecuada de la autoría y evita errores y duplicaciones en las citas.

A la vez que tenga sus redes actualizadas es prioritario difundir activamente las publicaciones compartiéndolas con sus círculos de colegas y estudiantes, acompañadas de una planificación de acciones de difusión con enlaces a los textos en webs personales, de grupos de investigación y en plataformas especializadas [3] ayuda a aumentar la visibilidad. Con ello se debe gestionar la reputación digital, es decir, la marca personal y la gestión del perfil profesional ayudarán a los investigadores a fidelizar su público objetivo, comunicando quién es, en qué trabaja, con quién colabora, la calidad de su trabajo y dónde publica habitualmente [1]. Dar a conocer el trabajo en el área de investigación, en la docencia y en la praxis profesional será un referente de credibilidad e integridad en el accionar del investigador.



Finalmente, esta editora sugiere que aproveche las diferentes sinergias con entidades académicas de las cuales forma o puede llegar a formar dentro de los grupos y redes de investigación. La Universidad Católica de Cuenca cuenta con veintidós grupos de investigación lo que refleja el trabajo e incidencia de la Católica de Cuenca en la generación del conocimiento local, nacional e internacional.

- ACME: Ambiente, ciencia y energía
- Ciudad, Ambiente y Tecnología
- Ciencia & Diversidad

- G.I. Eduinforpro
- Grupo de investigación en ecología y biogeografía (GIEB)
- Geociencias, ambiente y recursos naturales - GRAN
- Grupo de investigación en genética y biología molecular de microorganismos
- Health & Behavior Research Group - HBR
- Investigación, ciencia, sostenibilidad e innovación - ICSI
- Investigación en salud
- Investigación, salud, ciencia, innovación - ISCI
- Innovación y tecnología en las organizaciones de la economía social y solidaria - ITOESS
- Innovación y desarrollo farmacéutico en odontología
- Grupo de microbiología molecular y biotecnología
- Grupo de investigación en neurociencias aplicadas de la UCACUE (Neuro-App Research Team)
- PAD-GROUP
- Redes eléctricas inteligentes
- Grupo de investigación en radiación visible y prototipado - GIRVYP
- Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias arquitectónicas, agropecuarias, ambientales y automática - SEVA4CA
- Simulación, modelado, análisis y accesibilidad - SMA2
- Salud y calidad de vida
- Urban & Earth Data Science Research Group

Ilustración 2

Redes académicas para la visibilidad del perfil de un investigador

	<p>Google Scholar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite crear un perfil de autor para hacer seguimiento a las citas de los trabajos publicados.
	<p>ORCID</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificador digital único que diferencia al investigador y agrupa todas sus publicaciones. Cuenta con más de 13 millones de usuarios.
	<p>Scopus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Índice de investigadores de Web of Science que permite administrar el perfil del investigador. Tiene 17 millones de usuarios.
	<p>ResearchGate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Red social académica fundada en 2008 por científicos para compartir información científica, foros y preguntas y respuestas. Cada usuario crea su perfil y añade publicaciones y proyectos.
	<p>Asociaciones académicas nacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASECEI (Asociación Ecuatoriana de Enseñanza de Ingeniería) • RADICE (Red Académica de Carreras de Ingeniería Civil del Ecuador)

Si necesita información sobre estos grupos de investigación podrá encontrarla en la página web de la Universidad, en ella está toda la información para establecer nuevas alianzas estratégicas en el área de investigación.

Ya con un panorama claro de la gestión de redes académicas, ahora describiré brevemente las redes académicas sugeridas para el área de las ingenierías y carreras técnicas:

Ahora los exhorto a trabajar arduamente en sus redes académicas y científicas con el propósito de hacer llegar su valioso trabajo a la comunidad en general. No se debe descuidar esta tarea que nos catapultará a mayores oportunidades en el ámbito de la investigación. Porque como generadores del conocimiento está en nuestras manos ser propositivos y orientar el trabajo hacia una transformación social efectiva.

REFERENCIAS

- [1] «La implantación de internet en la gestión de perfiles profesionales en investigación científica,» *Comunicação e Tecnologia*, vol. 12, nº 3, pp. 144-167, 2019.
- [2] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2024. [En línea]. Available: <https://udistrital.libguides.com/c.php?g=1308854>. [Último acceso: 28 06 2024].
- [3] Universidad Tecnológica de Panamá, «Universidad Tecnológica de Panamá,» Facultad de Ingeniería Mecánica, 09 03 2022. [En línea]. Available: <https://fim.utp.ac.pa/redes-academicas>. [Último acceso: 28 06 2024].
- [4] Universidad de Valladolid, «Impacto CV,» Universidad de Valladolid, 01 01 2024. [En línea]. Available: <http://www.impactocv.com/difusion-del-perfil-de-investigador/>. [Último acceso: 28 06 2024].

Recibido: 30/01/2024
Aprobado: 30/04/2024

Contenido

VI

Editorial

La gestión efectiva de las redes académicas en la investigación

Aura Guerrero Luzuriaga

1

Impacto del uso de las aplicaciones web en las MiPymes de la ciudad de Azogues

Cristian Cáceres Ortega, Ernesto Abad Aguilar

11

Patologías en puentes sobre el río Burgay de la ciudad de Azogues

Cárdenas Karla, Chávez Luis, Espinoza Johnny, Nieto Cárdenas Xavier

27

Uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola del Ecuador

Silvia Gicela Saucedo Aguiar, León Benigno Arguello Nuñez Segundo F. Vilema Escudero, Miguel Ruíz Martínez

39

La intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en las comunidades de la parroquia rural Nankais, cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe

Claudia Zhingre Illescas, Viviana Huachizaca

55

Análisis de la Carretera E-35 del Cantón Azogues

Karen Andrea Suña Anguisaca, Jonathan Patricio Espinoza Gonzales, Diego Andrés Lopez Chabla, Luis Enrique Bernal Rodriguez

Impacto del uso de las aplicaciones web en las MiPymes de la ciudad de Azogues

Impact of the use of web applications on the MiPymes of the city of Azogues



Ing. Cristian Cáceres Ortega

Instituto Superior Tecnológico del Austro, Azogues, Ecuador

Ernesto Abad Aguilar

Instituto Superior Tecnológico del Austro, Azogues, Ecuador



<https://www.doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1507>

Resumen

Este proyecto investigativo tiene como meta analizar el impacto potencial de las aplicaciones web en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes) de la ciudad de Azogues. Se busca determinar si la adopción de herramientas tecnológicas basadas en la web puede elevar la

eficiencia y productividad de estas empresas, así como su capacidad para competir en el mercado local. A través de una investigación experimental con enfoque cuantitativo y la aplicación de encuestas a MiPymes y sus clientes, se explorarán los beneficios y desafíos asociados con la

implementación de aplicaciones web para la automatización de actividades comerciales. De esta forma se determinará si la adopción de herramientas tecnológicas basadas en la web puede elevar la eficiencia, productividad y competitividad de las empresas en estudio en el mercado local, través de una investigación experimental con enfoque cuantitativo y la aplicación de encuestas a MiPymes y sus clientes. Tras realizar un muestreo de cuotas sobre cerca de 2.000 empresas que se filtraron de la lista de Catastros del SRI de la provincia del Cañar, se llevó a cabo una encuesta exhaustiva que abarcó 164 participantes tomando en cuenta el área urbana de Azogues, representativa de una población estimada de 1.016 PYMES activas, se evidencia que el 59.4% de ellas son negocios tradicionales, y se resalta una carencia significativa en el conocimiento y acceso a herramientas tecnológicas, subrayando la urgencia de implementar soluciones para potenciar su desarrollo y competitividad en el mercado ya que ninguno utiliza actualmente sistemas de gestión empresarial, prefiriendo métodos tradicionales. Además, el 70% de los encuestados tienen acceso a dispositivos móviles e internet, lo que sugiere la viabilidad de implementar un sistema que mejore la gestión de las PYMES y contribuya al crecimiento económico.

Palabras clave: *Aplicaciones web, MiPymes, Impacto tecnológico, Desarrollo económico, Eficiencia empresarial, Automatización comercial.*

Abstract

This research project aims to analyze the potential impact of web applications on Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in the city of Azogues. The goal is to determine if the adoption of web-based technological tools can enhance the efficiency and productivity of these businesses, as well as their ability to compete in the local market. Through an experimental research approach with a quantitative focus and the application of surveys to MSMEs and their customers, the benefits and challenges associated with the implementation of web applications for business activities automation will be explored. This will determine if the adoption

of web-based technological tools can improve the efficiency, productivity, and competitiveness of the studied businesses in the local market, through experimental research with a quantitative focus and the application of surveys to MSMEs and their customers. After conducting quota sampling of nearly 2,000 companies filtered from the SRI Catastros list of the Cañar province, a comprehensive survey was conducted covering 164 participants considering the urban area of Azogues, representative of an estimated population of 1,016 active SMEs. It is evident that 59.4% of them are traditional businesses, and there is a significant lack of knowledge and access to technological tools, highlighting the urgency of implementing solutions to enhance their development and competitiveness in the market as none currently use business management systems, preferring traditional methods. Additionally, 70% of respondents have access to mobile devices and the internet, suggesting the viability of implementing a system that improves SME management and contributes to economic growth.

Keywords: *Web applications, MSMEs, Technological impact, Economic development, Business efficiency, Commercial automation.*

INTRODUCCIÓN

En Azogues, el manejo empírico y autodidacta de negocios ha limitado su crecimiento y desarrollo. La falta de capacitación impide a estas MiPymes satisfacer las demandas locales, llevando a que algunos productos o servicios deban ser adquiridos fuera de la ciudad. El objetivo principal de este estudio es evaluar el impacto del uso de tecnologías web en estas MiPymes, identificando las barreras existentes y proponiendo soluciones que impulsen el desarrollo económico y la competitividad en el mercado local.

El objetivo de este estudio es determinar el impacto del uso de aplicaciones web en las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) de la ciudad de Azogues. Se busca evaluar si la implementación de herramientas tecnológicas orientadas a la web puede mejorar la eficiencia y productividad de estas empresas, así como su capacidad para competir en el mercado. Además, se pretende analizar los beneficios y perjuicios que involucraría implementar una aplicación web para la automatización de sus actividades comerciales. Este proyecto servirá como base fundamental para investigaciones futuras dentro del ámbito de desarrollo y aplicabilidad de herramientas tecnológicas orientadas a la web.

Existen algunos programas que hoy en día ayudan en la administración de los datos, mantenimientos e incluso administración de empresas dedicadas al servicio automotriz, estas aplicaciones brindan soluciones tanto textuales como gráficas dependiendo el requerimiento.

Para cumplir con el propósito detallado de esta investigación se debe: analizar el contexto actual de la transformación digital y la implementación de aplicaciones web en las empresas. Determinar la situación actual de las MiPymes de la ciudad de Azogues en el ámbito de comercialización con el uso de herramientas tecnológicas. Identificar las ventajas y desventajas al usar aplicaciones web en las actividades comerciales de las MiPymes. Y finalmente, implementar la primera

etapa de un plan piloto de monitoreo de MiPymes que usen aplicaciones web en sus procesos comerciales

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación de carácter mixto usando así un método cuantitativo, cualitativo para obtener una muestra de datos de las Pymes de Azogues, a más de eso nos hemos apoyado en información de otras investigaciones obtenidas en línea, así como un método deductivo para plantear hipótesis y posibles soluciones a la información procesada

Como método Cuantitativo hemos utilizado encuestas para levantar información relevante sobre el tema tratado.

El método Cualitativo nos ayudado que mientras realizamos encuestas podamos obtener cierta información relevante que es entregada por el propietario o colaborador de la empresa.

Y con ayuda del método deductivo hemos podido llegar a hipótesis planteadas encontrando relaciones y similitudes en la información entregada por las personas encuestadas.

Como instrumento principal nos hemos apoyado en Google Forms para realizar las encuestas en visitas presenciales y tener la información recopilada de manera digital, también obtuvimos en línea de la página oficial del SRI un lista de catastros las empresas registradas en Azogues lo que nos sirvió para obtener un número de muestreo luego de filtrar esta lista por empresas recientes y que han mantenido actividad económica en los últimos 2 años, y como complemento utilizamos varias fuentes académicas para buscar tesis, publicaciones y artículos relevantes que nos ayuden a tener información y de esta forma generar ideas para esta investigación.

A través del SRI en su portal en línea descargamos la lista de empresas registradas en la provincia de Cañar y luego de filtrar las empresas registradas en la ciudad de Azogues cerca de unas 2000 y verificar aquellas que han mantenido actividad y actualizado datos en los últimos 2 años, utilizando el tipo de muestreo por cuotas hemos decidido como característica general que sean PYMES de la zona urbana de Azogues ya que es aquí, donde se encuentran negocios de tipo Tradicional, Nuevos e Innovadores. A más de ser el lugar donde se encuentra la mayor afluencia de personas y negocios de todo tipo. Luego de filtrar este documento de manera más técnica se logró llegar a la conclusión que aproximadamente en Azogues encontramos 1016 empresas activas de esta forma se ha generado una muestra de 164 encuestas siendo el 16.14% de las empresas activas de Azogues.

El método de muestra de cuotas es una técnica estadística utilizada para seleccionar una muestra representativa de una población, garantizando que ciertas características o estratos estén adecuadamente representados. En este caso, se aplicó este método seleccionando las 164 empresas dentro del casco urbano y la zona comercial de la ciudad de Azogues. La muestra se construyó asegurando que cumpla con ciertos criterios predefinidos, como la ubicación geográfica específica y posiblemente otros factores como el tamaño de la empresa. Siendo 1016 el total de empresas activas, el tamaño de la muestra (164) se determinó de manera proporcional para asegurar una representación adecuada de la población total. Esto resulta en un porcentaje del 16.14% de la muestra en relación con el total de empresas activas. Esta estrategia permite obtener una muestra que refleje fielmente las características de interés en el área geográfica y comercial de estudio, lo que a su vez facilita la generalización de los resultados obtenidos a partir de esta muestra hacia la población total de empresas en esa zona.

La implementación efectiva de aplicaciones web en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes) de Azogues, al mejorar significativamente el proceso de comercialización de productos o servicios,

contribuirá a su eficiencia operativa. Esta eficiencia, derivada de la automatización de procesos tecnológicos, aumentará la capacidad de crecimiento y éxito en un mercado caracterizado por su escenario moderno. Por lo tanto, se hipotetiza que la adopción exitosa de aplicaciones web en MiPymes de Azogues se traducirá en una mejora sustancial en la comercialización, impulsando la eficiencia operativa y, en última instancia, facilitando un crecimiento más sólido y exitoso en el entorno empresarial actual.

RESULTADOS

Escenario de Empresas en Azogues

Luego del levantamiento de información realizado en la ciudad de Azogues podemos tener un panorama más claro de la realidad actual del mercado, así como del tipo de negocios que tiene la ciudad de Azogues.

En Azogues según las encuestas realizadas para el muestreo podemos definir que existen:

- 59,4% de negocios tradicionales.
- 31,3% de negocios modernos.
- 6,3% de negocios vinculados a la alimentación
- 3 % de negocios que se dedican a servicios varios

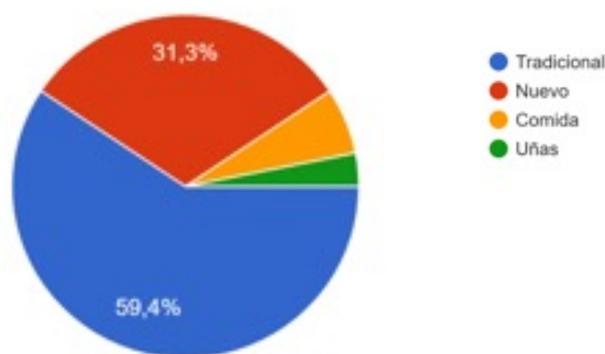


Fig 1. Categorías de Empresas en Azogues.

Las Tics en las MiPymes

Hoy en día, podemos observar que para las Pymes de Azogues el tipo de tecnología que utilizan o lo que ellos consideran uso de TIC en sus locales, suelen ser las redes sociales para generar publicidad ya que es lo que el emprendedor habitual considera necesario para hacer conocer sus emprendimientos.

Siendo Facebook la primera red social, luego TikTok e Instagram; finalmente, menos del 10% de la población en estudio utiliza facturación electrónica.

Impacto de las Tics en las micros, pequeñas y medianas empresas.

Hoy en día el impacto que han tenido al usar esta tecnología ha sido en su mayoría positivo ya que les ha brindado la facilidad de conseguir nuevos clientes y generar ventas a través de internet, en pocos casos han generado inconvenientes en el uso de las redes sociales, y siendo en la mayoría un reto el diseño de imágenes ya que nos conversan que en mucho de los casos se les hace tedioso tener que estar generando fotografías o enviar a preparar diseños para las redes sociales, todo se maneja de manera autodidacta.

Ventajas y desventajas del uso las Tics en las actividades comerciales.

Ventajas

Hoy en día utilizar las redes sociales para vender y promocionar los emprendimientos, sobre todo después de marzo del 2020 a partir de la pandemia mundial del COVID 19, dentro de las ventajas que nos cuentan los propietarios y empleados de las Pymes podemos observar las siguientes:

- Generar ventas en línea.
- Promocionar los productos y servicios.
- Realizar envíos a otras ciudades.

- Gestionar los envíos con facilidad
- Obtener clientes nuevos

Desventajas

Y algunas de las desventajas e inconvenientes que han tenido han sido los siguientes:

- Tiempo para generar contenido.
- Dificultad a la hora de tomar fotos o diseñar publicidad.
- Estafas por transferencias falsas.
- No saber usar bien las redes sociales
- Ideas para generar contenido

I. Encuestas y datos - propietarios

¿Qué Aplicaciones Web Utiliza su Empresa?

Como podemos observar el total de la muestra de 164 encuestados, el 21.8% de los encuestados no utiliza Pagina Web o Redes sociales para promocionarse.

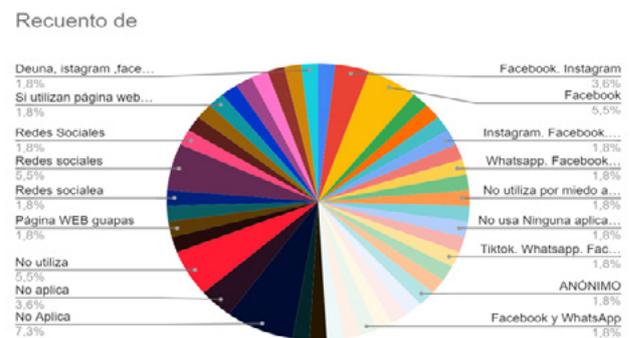


Fig 2. Porcentaje de empresas que usan y no tecnología.

¿Cuánto Tiempo ha Estado Utilizando Estas Aplicaciones?

En promedio las personas encuestadas han utilizado al menos los últimos 3 años redes sociales.



Fig 3. Tiempo Usando tecnología.

¿Qué Beneficios ha Obtenido su Empresa de Estas Aplicaciones?

Como podemos observar el impacto ha sido positivo sobre todo en el crecimiento de las ventas para el negocio.

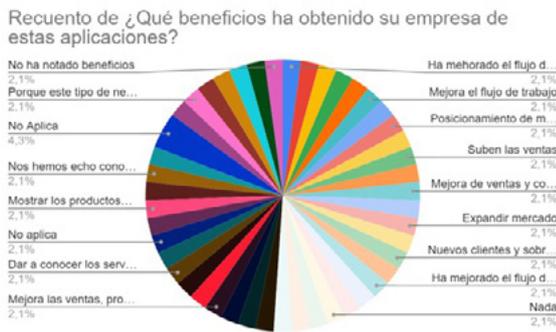


Fig 4 Beneficios obtenidos con Redes Sociales.

¿Ha Enfrentado Algún Problema o Desafío al Utilizar Estas Aplicaciones?

Las personas no tienen ningún problema al utilizarlas, son de uso general.

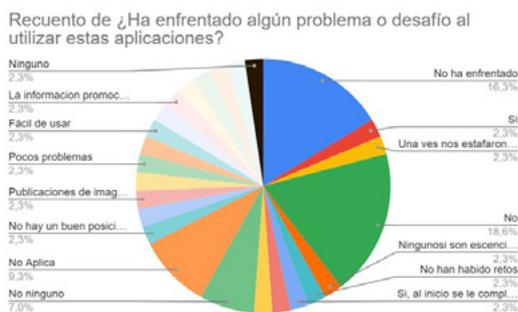


Fig 5 Desafíos de las PYMES

¿Considera que las Aplicaciones Web son una Herramienta Esencial para su Empresa?

Obteniendo los siguientes resultados: 115 personas consideran que Si, 19 personas consideran que No y 30 personas no contestan.

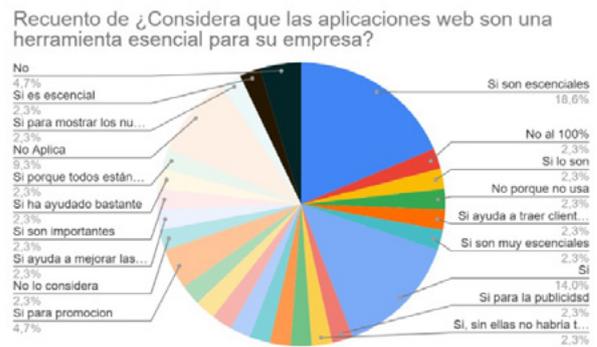


Fig 6 Consideración de las TICS

II. ENCUESTAS Y DATOS EMPLEADOS

¿Qué Aplicaciones Web Utiliza su Empresa?

Por lo general la mayoría de negocios usan las Redes sociales tradicionales para hacer publicidad.

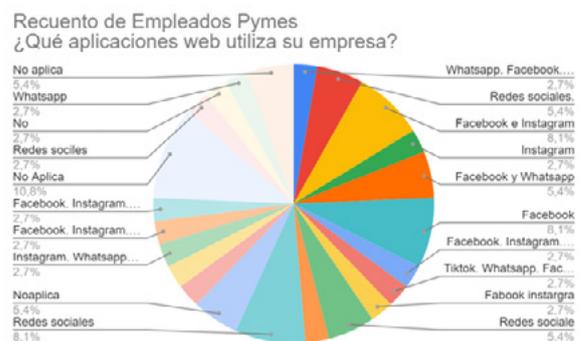


Fig 7 Aplicaciones Web

¿Cómo ha Afectado el uso de Aplicaciones Web su Trabajo?

En mayor porcentaje las personas han recibido un impacto positivo del uso de las mismas.

28 personas consideran que Positivamente, 12 personas consideran que Neutral y 14 personas no contestan.

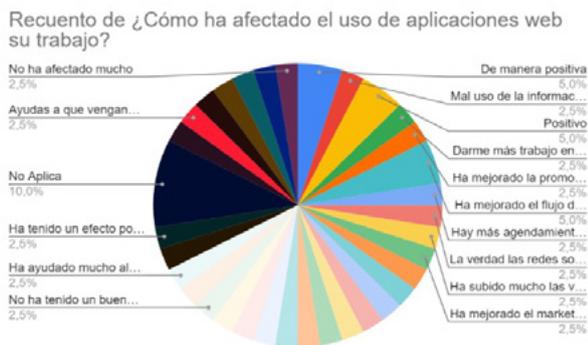


Fig 8. Afectación al trabajo

¿Considera que las Aplicaciones Web han Mejorado los Procesos Internos de la Empresa?

La mayoría de las personas consideran que existe mejoría en los procesos. 29 personas consideran que Positivamente, 10 personas consideran que Neutral y 15 personas no contestan.

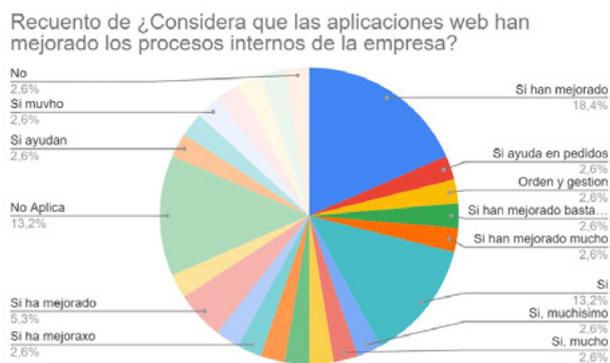


Fig 9 Cómo ha mejorado su desempeño

¿Cree que las aplicaciones web son fáciles de usar?

Las aplicaciones de redes sociales son fáciles de utilizar. 30 personas consideran que Positivamente,

8 personas consideran que Negativo y 16 personas no contestan.

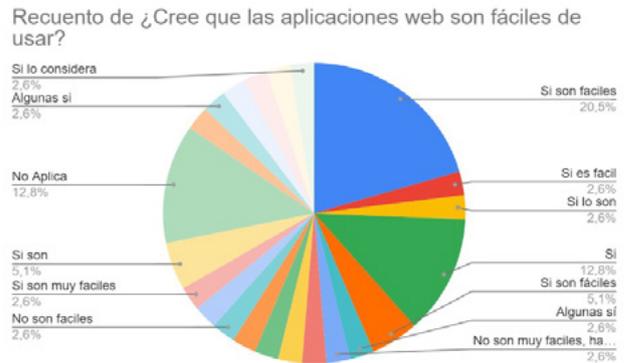


Fig 10 Son fáciles o difíciles de usar

¿Ha Recibido Capacitación o Entrenamiento Para Utilizar las Aplicaciones Web?

En esta pregunta se evidencia que 8 personas consideran que Han visto algún video en internet, 31 personas consideran que No tienen capacitación y 15 personas no contestan.

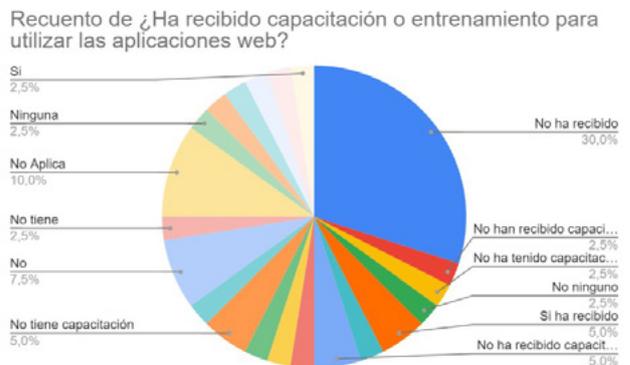


Fig 11 Ha recibido capacitación en manejo de Tics

Investigación sobre las Pymes en otros lugares

Primera

Según la Universidad Estatal de Milagro el 5 de octubre del 2017, de la página web Unemi se realizó el estudio de uso de las páginas web en los comerciales de las pymes de cuenca en lo cual se realizó encuestas a 820

compañías obteniendo como resultado que un 44,15%, con un total de 365 empresas son PYMES siendo esta la muestra de estudio y se obtiene que sólo 68 compañías tienen una dirección URL activa mientras que 294 compañías no lo tienen. Además, solo 68 pymes comerciales del cantón Cuenca (18,78%) poseen una página web registrada a la fecha de consulta, con la finalidad de ofrecer información institucional, datos de contacto y ubicación además de una oferta general de bienes y/o servicios mediante la publicación de información de productos y/o noticias en el sitio. Sin embargo, de este grupo, sólo 6 compañías registran un modelo para compras a través de la web, que, si bien está incluido en el diseño de la página web a través del “carrito de compras”, no en todos los casos funciona.[1]

Segunda

Según Sylvie Duchamp de la página de Microsoft marzo del 2023 se realizó una encuesta online a 80 personas a través de la página web de Offerwise, realizada para la ciudad de Quito, señala que el 93% de las Pymes ecuatorianas estima que el proceso de transformación digital impacta positivamente en su negocio. Durante esta investigación se encuestó a líderes y responsables de la toma de decisiones de las pymes los cuales el 44% en adquisición de tecnologías, el 43% en capacitación del talento en habilidades tecnológicas, el 35% en la optimización del uso de datos para la inteligencia del negocio han sido los temas más relevantes en el proceso de transformación digital, Sin embargo, se dedujo que la tecnología trae consigo retos tales como el incrementar la productividad/eficiencia de la operación, que para el 38% de los encuestados es lo más desafiante, seguido de la privacidad de datos 33%.[2]

Tercera

Según Janina Paola ARTEAGA Cisneros ; Verónica Carolina CORONEL Pérez; Marjorie Marcela

ACOSTA el primero de agosto del 2018 de la página web Revista espacios informan que las pymes han evolucionado con la tecnología y la necesidad de mantenerse informados, el 58% de los ecuatorianos se mantienen informados a través de Internet, de tal manera que para el 2017 el 57% de los ecuatorianos buscan información comercial sobre productos o servicios de su preferencia en medio digital, el 35% de la población realiza compras por internet, el 51% de ecuatorianos prefieren realizar pagos y transacciones bancarias a través de internet por lo que se ha determinado que el 66.7% de las MiPymes invierten en tecnología aumentando el marketing digital.[3]

CONCLUSIONES

El análisis detallado de los datos recopilados en nuestra investigación sobre el impacto del uso de aplicaciones web en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes) de la ciudad de Azogues revela una serie de hallazgos significativos que respaldan la viabilidad de implementar estas herramientas para iniciar una transformación digital en estas empresas.

En primer lugar, hemos observado que el 78.2% de los encuestados han utilizado medios digitales para generar publicidad o interacción en redes sociales sobre sus negocios. Sin embargo, es importante destacar que ninguno de los participantes utiliza actualmente un sistema para manejar la administración de sus negocios, optando por métodos tradicionales como llevar registros escritos o gestionar las operaciones día a día. Este hallazgo subraya la necesidad de introducir herramientas tecnológicas para mejorar la gestión empresarial.

Además, más del 60% de los encuestados demuestran un buen uso de la tecnología y están dispuestos a aprender nuevas herramientas. Esto indica una receptividad positiva hacia la adopción de aplicaciones web entre las MiPymes de Azogues.

Un desafío identificado durante la investigación es la generación de contenido de calidad para redes sociales, ya que muchas empresas han priorizado este aspecto tecnológico sobre los sistemas de gestión administrativa. Los entrevistados atribuyeron esta falta de implementación a desconocimiento y falta de capacitación en temas administrativos.

Por otro lado, se destaca que más del 70% de los encuestados tienen acceso a dispositivos móviles e internet, lo que refuerza la viabilidad de crear un sistema que apoye a las MiPymes en la mejora de su gestión y administración. Esto no solo contribuirá al crecimiento económico de las empresas, sino que también permitirá una mayor escalabilidad al generar información crucial para la toma de decisiones empresariales.

En conclusión, los resultados de nuestra investigación respaldan la necesidad y la factibilidad de implementar aplicaciones web en las MiPymes de Azogues para mejorar su eficiencia, productividad y competitividad en el mercado local. Estos hallazgos sientan las bases para una transformación digital que impulsará el desarrollo empresarial en la región.

RECOMENDACIONES

1.- Implementación Gradual de Plataformas Web:

Se recomienda que las MiPymes de Azogues adopten plataformas web de manera gradual y planificada. Iniciar con la implementación en áreas clave, como la gestión de inventario o la comunicación interna, permitirá una transición más suave y controlada. Se sugiere comenzar con un porcentaje mínimo de procesos automatizados y aumentar progresivamente según la adaptación y resultados obtenidos.

2.- Capacitación y Sensibilización del Personal:

Es crucial realizar programas de capacitación que aborden la falta de conocimiento

tecnológico entre el personal de las MiPymes. Se recomienda destinar un porcentaje del presupuesto específicamente para actividades de formación. La inversión en la capacitación contribuirá a maximizar el aprovechamiento de las herramientas web implementadas.

3.- Monitoreo y Evaluación Continua:

Se aconseja establecer un sistema de monitoreo constante para evaluar el impacto de las aplicaciones web en tiempo real. Definir indicadores clave de rendimiento y realizar evaluaciones periódicas permitirá ajustar estrategias según sea necesario. La implementación de un porcentaje de mejora continua asegurará la adaptabilidad del sistema.

4.- Promoción de Alianzas Estratégicas:

Se sugiere fomentar alianzas entre MiPymes para compartir experiencias y recursos en la implementación de aplicaciones web. Establecer un porcentaje de colaboración entre empresas facilitará el intercambio de conocimientos y reducirá costos asociados a la adopción tecnológica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las empresas de Azogues que nos abrieron las puertas para recolectar la información que actualmente mostramos dentro de esta investigación, de igual manera a cada uno de los compañeros que nos brindaron su apoyo en logística para las distintas actividades de la misma; así como a los docentes del Instituto Superior Tecnológico del Austro por su perspectiva y aporte profesional en la misma.

REFERENCIAS

- [1] Ziadet Bermudez, Elicza Encalada, Yeliver Morán, Carolin Stefany, Las redes sociales y su contribución en el crecimiento de las pymes en el cantón milagro, Guayas-Ecuador: Unemi, 2019.
- [2] Sylvie Duchamp, 93% de las pymes ecuatorianas considera que el proceso de la transformación digital impacta positivamente a su negocio, Ecuador: Microsoft, 2023.
- [3] Janina Arteaga, Verónica Coronel, Marjorie Acosta, 93% Influencia del marketing digital en el desarrollo de las MiPymes en Ecuador, Guayaquil-Ecuador: Revista Espacios, 2018.
- [4] Rocio Zambrano, María de los Ángeles Figueroa, Norman Mora, Andrés Pacheco, Análisis del marketing digital en las pymes de la ciudad de Machala. Estudios en tiempos de COVID, Machala-Ecuador: Digital Publisher, 2022.
- [5] L. Landy, Tamara Michelle, Analisis de la aplicación de marketing digital en las pymes de servicios del Guayas, Guayas-Ecuador: Ups.edu.ec, 2020.
- [6] Pablo Morales, Diego Sánchez Nelly Guerrero, Estudio del uso de las tic dentro de las pymes localizadas en la zona urbana del cantón Peliileo, Tungurahua-Ecuador: Ciencia Latina.org, 2022.
- [7] Tomas Camacho, Fabian Ramírez, Juan Bautista, Plataformas digitales en las pymes como la herramienta de sostenibilidad en tiempos de pandemia, Cuenca -Ecuador: Revista Enfoques.org, 2023.
- [8] Rocio Gonzales, El 70% de las pymes no tiene web, Madrid-España: Cinco días, 2022.
- [9] José Castrillo Barquero, El impacto de la transformación digital en las pyme costarricenses y alemanas a raíz del COVID-19, un estudio de casos, Costa rica: Maqueta base de la tripa de la revista "Economía y Desarrollo", 2022.
- [10] Francisco Beller, Javiera Castro, Impacto del uso de los sitios web en las pymes de puerto Montt, Puerto Montt-Chile: Cybertesis.uach.cl, 2011.

Recibido: 04/04/2024
Aprobado: 30/04/2024

Patologías en puentes sobre el río Burgay de la ciudad de Azogues

Pathologies in bridges over the Burgay river in the city of Azogues



Cárdenas, Karla

Universidad Católica de Cuenca. kacardenasp73@est.ucacue.edu.ec

Chávez, Luis

Universidad Católica de Cuenca

Espinoza, Johnny

Universidad Católica de Cuenca

Nieto-Cárdenas, Xavier

Universidad Católica de Cuenca



<https://www.doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1343>

Resumen

El presente estudio nace de la cátedra de “Puentes”, que al aprovechar las diferentes tipologías que presentan estas estructuras ubicadas sobre el río Burgay de la ciudad de

Azogues, se pretendía estudiar su geometría, tipología y material, con salidas de campo. Pero durante las inspecciones realizadas se identificaron varios problemas, lo que

llevó a generar un estudio específico de las patologías de los puentes ubicados en la zona urbana de la ciudad. Se evidenció la ausencia de mantenimiento preventivo de los mismos. Se observa principalmente humedad, vegetación, corrosión, carbonatación, deflexión permanente y falta de elementos como juntas de dilatación y neoprenos. Se evaluaron 7 puentes, siendo el primero el puente García Moreno, ubicado frente al Hospital Homero Castanier Crespo, y se finalizó el estudio en los puentes construidos sobre la Av. 16 de abril. Este análisis contempla estructuras con materiales como concreto reforzado, acero, mampostería. Como tipologías, se tiene diversas formas, puentes sobre vigas, tanto en concreto reforzado, como mixtos (acero - concreto), puentes en arco y postensados. Se concluye que es necesario un mantenimiento correctivo a la brevedad posible y posterior tener un plan de mantenimiento preventivo, que garantice la vida útil y un comportamiento estructural adecuado de estas estructuras importantes.

Palabras clave: Patología estructural, análisis de puentes, puentes, estructuras de concreto y mantenimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio muestra las diferentes patologías evidentes mediante inspección visual de los puentes sobre el río Burgay, en la ciudad de Azogues - Ecuador. Esta investigación nace de la cátedra de “Puentes” a nivel de pregrado para conocer los tipos de estructuras que presentan los puentes, analizando su geometría, tipología, forma y materiales. Se realizaron inspecciones visuales, observando las siguientes patologías: marcas de humedad, fisuras en el concreto, mal vibrado en el proceso constructivo y mal manejo de aguas de escorrentía sobre el tablero. Se ha evidenciado falta de mantenimiento, como limpieza general, que ha generado presencia de vegetación en las paredes de pilas y estribos.

Otro punto preocupante, es la falta de neoprenos o estructuras que soporten las cargas de las vigas, para transmitir sin esfuerzos de contacto las solicitudes a los estribos del puente. Esto se evidencia en las estructuras antiguas, P1 “Puente García Moreno”, P2 “Puente en la Calle 10 de agosto”, P3 “Puente en la Av. Gran Enríquez”, P4 “Puente en la Av. Aurelio Jaramillo”, P5 “Puente en la Av. Ernesto Che Guevara”, que no poseen estos dispositivos de apoyo. Tampoco tienen dispositivos de disipación entre el tablero y la parte superior de los estribos.

La importancia de investigar sobre el estado actual de los puentes antes mencionados, nace por la conexión existente en la ciudad de Azogues, entre la parte urbana que se desarrolla al Este del Río Burgay y la conexión con la Vía Rápida E35 interestatal.

El desarrollo socioeconómico de un país está directamente vinculado con el óptimo funcionamiento de la infraestructura de transporte. Considerando a los puentes como estructuras que influyen en la continuidad del sistema vial [1]. Por eso es importante monitorear la salud de estos, mediante labores de inspección frecuentes enfocados a la detección de daños, para realizar recomendaciones posteriores y evitar el deterioro por falta de mantenimiento.

En el momento que un puente se encuentra en estado crítico por estabilidad estructural y capacidad de carga, se pone en riesgo la seguridad de tránsito en la zona y vidas humanas de los ocupantes, por ello las actividades de supervisión o control generan mitigación de riesgos y evitan catástrofes [2]. Así mismo, el constante monitoreo es fundamental para lograr garantizar la buena salud estructural, optimizar la vida útil y la continuidad del servicio [3].

Se debe agregar que, estas estructuras se encuentran expuestas a los efectos climáticos y son altamente susceptibles al deterioro ocasionado por aspectos ambientales. Con base a los antes mencionado, en la actualidad existen varios procesos para evaluar su estado [4]. Estos análisis se basan en las características de los materiales, tipología estructural y criterios de resistencia que permiten identificarlos mediante modelos aplicados en la inspección [5].

Se le considera a la inspección como una actividad de alto grado de complejidad, por lo que debe realizarse de una manera organizada y sistemática, ya que de esta depende la percepción del deterioro y las acciones preventivas o correctivas a ser acatadas [6], [7]. No obstante, el actual avance tecnológico en el campo de la ingeniería ha permitido mitigar y brindar soluciones de forma eficaz a las dificultades, restricciones y generadores de errores [8]. Proporcionando así, diversos dispositivos electrónicos capaces de soportar actividades de monitoreo, como la asistencia de drones con su rol de recolección de datos y a su vez registro fotográfico [9].

Cabe mencionar que, de las ventajas intrínsecas de la metodología de inspección visual para estudiar el deterioro de puentes, estos se pueden evaluar en servicio, permaneciendo intactos y accesibles al público durante el periodo de ejecución de esta actividad [10]. El inspector o técnico responsable del registro debe tener el conocimiento respectivo sobre las diferentes patologías en concreto, que conlleve aspectos importantes como carbonatación, fisuras por oxidación del acero de refuerzo, recubrimientos mínimos y separaciones. Por otro lado, considerando los materiales,

para estructuras en acero el inspector debe tener conocimiento en soldadura, recubrimientos anticorrosivos, recubrimientos ante fuego (fuego vs resistencia del acero) y demás.

Los puentes ubicados sobre el río Burgay de la ciudad de Azogues, son de diferentes tipos y conllevan varias características según su diseño, en los cuales se tiene:

- Puente en arco con mampostería. – Se encuentra conformado por bóvedas cilíndricas, análogas al medio cañón románico, aunque en ellas predomina la dimensión longitudinal sobre la transversal, y por ello el efecto bóveda es mínimo, en analogía con los arcos lineales [11]. Tal cual se observa el puente P1.
- Puente tipo viga de concreto reforzado. – Sus tramos se encuentran simplemente apoyados (una o varias luces). Su desventaja se encuentra en el mayor número de juntas y dispositivos de apoyo [12]. Tal cual se observan los puentes P2 y P5.
- Puente tipo arco de hormigón armado. – Gracias a su forma, salva una determinada luz, resistiendo los esfuerzos debidos a las cargas que actúan sobre él, mediante un mecanismo estructural donde predominan las compresiones, evitando esfuerzos de flexión o reduciendo deformaciones al mínimo [13]. Como se observan los puentes P3 y P6.
- Puente mixto. – Esta estructura es una colaboración del acero y hormigón, más la combinación de estructura de puentes tablero sobre vigas. Se encuentra constituida de una parte inferior de vigas metálicas y una parte superior en hormigón, en las cuales el acero resiste la tracción y el concreto la compresión, efectos desarrollados por la flexión que soportan [14]. Tal cual el puente P4.
- Vigas postensadas. – Los elementos de concreto presforzado han demostrado de manera técnica y económica ser una opción competitiva en el campo de la ingeniería de puentes, tanto de luces

medianas y luces grandes. Actualmente se observa esta técnica en la construcción de todos los puentes y es una de las áreas más exitosas [15]. Tal cual se observa en el puente P7.

Toda estructura requiere mantenimiento, tal y como un vehículo, cada cierto recorrido necesita una revisión, este tipo de sistemas que están influenciados por cargas cíclicas y dinámicas [16], también requieren un proceso rutinario de inspección para garantizar su adecuado comportamiento durante su vida útil. Con esta idea, se realiza el presente estudio para determinar el estado actual de los puentes en esta zona específica, que lamentablemente evidenciaron una falta de atención. Esperamos en que en un futuro cercano reciban el tratamiento que se merece para garantizar un adecuado comportamiento estructural y vida útil.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales y Equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron para el desarrollo de la inspección preliminar de las estructuras son los siguientes:

- Cámara fotográfica, Nikon P500.- Que nos permitió levantar información a distancia con una calidad de imagen aceptable.
- Flexómetro.-Con el objeto de medir los elementos y obtener detalles específicos de estas estructuras.
- GPS portátil, Garmin 65s.- Este equipo proporciona servicios confiables de posicionamiento, navegación mediante satélites y cronometría.
- Drone, ATTOP 1080P FPV.-Permite capturar de una manera rápida y eficaz las fotografías en terrenos inaccesibles. En especial debajo del puente P4.

- Computador. – Es una herramienta muy importante para facilitar el registro de los datos obtenidos en campo.
- Elementos de seguridad. – Su uso es de gran relevancia para lograr prevalecer la protección de los inspectores o técnicos encargados del análisis. Tomando en cuenta que una gestión de seguridad comprende las funciones de planificación, identificación de áreas, coordinación, control y dirección de las actividades de prevención en la obra, todas ellas con el fin de salvaguardar de los accidentes y aspectos relacionados. Para que esto se efectivo se persigue tres objetivos: lograr un ambiente fiable; hacer que el trabajo sea seguro y hacer que las personas tengan conciencia de la seguridad[17].

B. Metodología.

La metodología empleada en la investigación es de forma descriptiva, la cual permite analizar características, objetivos y problemas de estudio para definir su naturaleza. A su vez realizar inventarios donde se puedan agrupar las anomalías encontradas en el lugar

de investigación. De esta manera se pone en manifiesto todos los conocimientos teóricos y metodológicos empleados [18].

Como punto de partida, se inicia con el reconocimiento visual mediante inspecciones, con la finalidad de estudiar minuciosamente la estructura e identificar sus respectivas patologías encontradas, estos factores comprometen la salud estructural que pueden afectar a los siete puentes de estudio.

La elaboración de fichas técnicas es de suma importancia debido a que es un documento que describe las características

principales de lo investigado, aportando información detallada mediante tablas [19].

Es necesario indicar los aspectos tomados en cuenta para la elaboración de la tabla, que permite identificar los puentes estudiados, estos son principalmente:

- Nominación.
- Ubicación.
- Material.
- Forma.
- Luz.
- Alturas.

NOMINACIÓN	UBICACIÓN	MATERIAL	FORMA	LUZ
P1	Av. Andrés F. Córdova y Av. Ignacio Neira	Mampostería	Arco	26.85 m
P2	Av. Ignacio Neira y C. 10 de agosto	Hormigón armado	Vigas y tablero	29.35 m
P3	Av. Andrés F. Córdova y Av. General Enríquez	Hormigón armado	Arco	28.65 m
P4	Av. Aurelio Jaramillo y Av. Andrés F. Córdova	Hormigón armado y Acero	Vigas y tablero	39.60 m
P5	Av. Ernesto Che Guevara y Av. Hermano Miguel	Hormigón armado	Vigas y tablero	23.80 m
P6	Av. Miguel de Unamuno y Av. 16 de abril	Hormigón armado	Arco	41.50 m
P7	Av. 16 de abril	Hormigón armado y vigas postensadas	Vigas Postensadas y tablero	36.60 m

Las patologías en puentes son condiciones anormales que comprometen la seguridad y funcionamiento de estas estructuras. Se manifiestan en diferentes elementos que los componen y pueden darse por distintas causas; generalmente por agentes ambientales que deterioran su resistencia, apariencia y durabilidad en el tiempo [20].

Según las inspecciones realizadas, se encontraron las patologías descritas a continuación:

- A. Humedad.- Constituye prácticamente el enemigo número uno de toda construcción, su integridad se va socavando lenta pero incesantemente hasta el extremo de que puede arruinar la obra de forma total e irreversible. Constituye una gran amenaza y debe evitarse su aparición, acudiendo a las protecciones adecuadas en cada caso [21].
- B. Carbonatación - Proceso lento de reducción de la alcalinidad del hormigón, de pH aproximadamente 12,5 a valores inferiores a 9, debido en la mayoría de los casos a la reacción del CO₂ presente en la atmósfera con los componentes alcalinos de la fase acuosa del hormigón, creando un “frente carbonatado” que al llegar a la armadura la despasiva ocasionando la corrosión generalizada de dicha armadura [21].
- C. Fatiga. - Proceso en el que un material está sometido a ciclos de tensiones alternantes. Los fallos por fatiga comienzan con microgrietas preexistentes, que luego se propagan por efecto de los ciclos de tensiones hasta producir una fractura frágil. La concurrencia de fatiga y corrosión acelera el fallo [21].
- D. Corrosión.- Cualquier tipo de heterogeneidades, bien sea del metal, del medio agresivo o de las condiciones de exposición, que generen diferencias de potencial entre áreas metálicas próximas creando micropilas locales o macropilas [21].
- E. Vegetación.- La presencia de vegetación en los puentes puede tener efectos positivos como negativos. Dentro de los beneficios incluye la reducción del impacto del viento y la mejora del paisaje. Esto si la vegetación es aledaña a la estructura. Pero, es importante reconocer que también puede causar problemas significativos en la integridad y funcionamiento de los puentes como, por ejemplo: daños en la infraestructura, obstrucción de drenaje, riesgo para la seguridad vial, entre otros [22].
- F. Imperfección por mal vibrado.- Síntomas presentes en varias zonas de la estructura, ocasionado por un mal proceso constructivo [23].
- G. Falta de neoprenos.-Una de las principales consecuencias de la ausencia de neoprenos es la limitada capacidad de movimiento de los elementos del puente. Estos permiten la flexibilidad necesaria para adaptarse a cambios como la dilatación térmica, los asentamientos o las vibraciones. Sin ellos, los componentes estructurales pueden verse restringidos en su capacidad de movimiento, lo que puede generar tensiones y deformaciones indeseables [23],[24],[25].
- H. Junta de Dilatación: Son indispensables para garantizar la vida útil y la durabilidad de estas estructuras, cuando se instalan de forma incorrecta o reciben un mantenimiento insuficiente, estas pierden su capacidad de dilatarse y contraerse, comprometiendo la integridad estructural de todo puente [26].

C. Clasificación de patologías.

N PUENTE	PATOLOGÍAS							
	A	B	C	D	E	F	G	H
P1	X				X			X
P2	X	X			X			X
P3	X				X	X		
P4		X	X	X				X
P5								X
P6	X	X			X			X
P7	X				X			

III. RESULTADOS

A. Puente 1.



Figura 1: Puente 1.

La figura 1 corresponde al puente P1, presenta varios tipos

de patologías como se puede observar en la figura 1 (a) Humedad, en estructuras de mampostería, la humedad puede llevar a limpiar las partículas finas del material cementante, generando un deterioro en la pega. La figura 1(b) Vegetación, las raíces pueden ocasionar grietas en las juntas de los mampuestos, lo

que debilita la pega. Por ende, es necesario un mantenimiento, para garantizar su vida útil y prevenir fallas.



(a) Humedad.



(b) Vegetación.

Figura 2: Detalle de Puente 1. a) Humedad presente por de bajo del tablero y columnas. b) Vegetacion presente en las columnas.

B. Puente 2.



Figura 3: Puente 2.

La figura 3 corresponde al puente P2, presenta algunas patologías como se puede observar en la figura 3 (a) Humedad, en las estructuras va generar una degradación de los materiales cementantes. La figura 3(b) Carbonatación, su presencia representa una pérdida del pH del acero de refuerzo provocando fisuras o grietas figura 3(c) Fatiga, figura 3(d) Vegetación. Al ser un puente muy utilizado por su ubicación llama mucho la atención la falta de mantenimiento.



(a) Humedad.



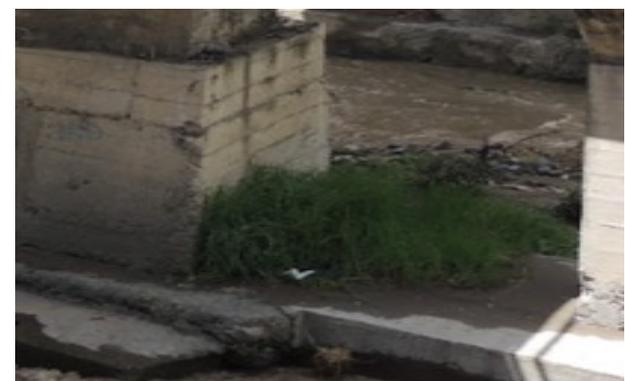
(b) Corrosión.



(c) Fatiga.



Figura 4: Detalle de Puente 2. a) Humedad presente en las vigas del puente. b) Corrosión presente en acero de refuerzo en estructura de guardavía. c) Deflexión permanente en vigas. d) Presencia de vegetación en estructura de pila.



(d) Vegetación.

C. Puentes 3.

En la figura 5 se muestra al puente P3, presenta varios tipos de patologías en la mayoría de sus elementos los cuales se puede observar en la figura 5(a) Humedad, que va socavando lentamente la integridad de la estructura. La figura 5(b) Vegetación, su presencia provoca daños en las infraestructura y obstrucción de drenajes, de esta forma las claras muestras de grietas. La figura 5(c) Imperfección por mal vibrado, resultado de un proceso constructivo erróneo.



(a) Humedad.



(b) Vegetación.



(c) Imperfección por mal vibrado.

Figura 6: Detalle de Puente 2. a) Humedad presente en las vigas y parte inferior del tablero del puente. b) Vegetación en la parte inferior de las columnas c) Imperfección por mal vibrado a lo largo de la parte inferior del tablero.

D. Puente 4.

En la figura 7 se muestra al puente P4, presenta varios tipos de patologías como se puede observar en la figura 7(a) Corrosión, va generando el deterioro de los materiales creando macropilas locales o micropilas. La figura 7(b) Carbonatación, afecta el funcionamiento estructural por la pérdida de resistencia a la carga. La figura 7(c) Fatiga, es el resultado de la acumulación de daños causados por la actuación de ciclos no uniformes, lo que hace evidente leves deformaciones a lo largo de las vigas. La figura 7(d) Falta de juntas de dilatación, lo que provoca baja resistencia, elasticidad y durabilidad. Este es uno de los puentes que más riesgo presenta debido a los altos niveles de vibración por impacto que se generan en la estructura al momento que los vehículos transitan.



(a) Corrosión.



(b) Carbonatación.



(c) Fatiga.



(d) Falta de juntas de dilatación.

Figura 8: Detalle de Puente 4. a) Corrosión presente en las vigas. b) Carbonatación en la parte inferior del tablero. c) Fatiga en las vigas laterales. d) Falta de juntas de dilatación.

E. Puente 5.



Figura 9: Puente 5.

La figura 9 corresponde al puente P5, el cual presenta en su estructura una patología como se puede observar en la figura 9(a) Falta de juntas de dilatación, lo que ha generado la presencia de fisuras.



(a) Falta de juntas de dilatación

Figura 10: Detalle de Puente 5. a) Falta de juntas de dilatación, causantes de las fisuras en la calzada del carril en dirección a Mirasol.

F. Puento 6.



Figura 11: Puento 6.

La figura 11 corresponde al puente P6, por ser una estructura recientemente construida presenta un mínimo número de patologías que se observan en la figura 11 (a) Humedad, en las estructuras va generar una degradación de los materiales cementantes con el pasar del tiempo. La figura 11(b) Vegetación, su presencia provoca daños en las infraestructura y obstrucción de drenajes. La figura 11(c) Corrosión, va generando el deterioro de los materiales creando macropilas locales o micropilas.



(a) Humedad.



(b) Vegetación.



(c) Carbonatación.

Figura 12: Detalle de Puento 6. a) Humedad presente en el tablero, b) Vegetación, en la parte inferior de las columnas, c) Corrosión en lun de los extremos del puente en dirección de la Av. 16 de Abril.

G. Puento 7.



Figura 13: Puento 7.

La figura 13 corresponde al puente P7, es una obra recientemente construida, que cuenta con dos estructuras la una tiene el carril que conduce de norte a sur y la otra de sur a norte, pero por efectos del mal climático ha sufrido daños, por otro lado, presenta un mínimo número de patologías que se observan en la figura 13 (a) Humedad, figura 13(b) Vegetación figura 13(c) Juntas de dilatación mal colocadas. La falta de remoción de escombros resultado de las numerosas crecidas del rio pone en riesgo su vida útil.



(a) Humedad.



(b) Vegetación.



(c) Juntas de dilatación mal colocadas.

Figura 14: Detalle de Puente 7. a) Humedad presente en el tablero y apoyos, b) Vegetación, en la parte inferior de las columnas y apoyos c) Juntas de dilatación mal colocadas por ello las fisuras.

IV. DISCUSIÓN

Se observa una junta de dilatación entre vía y puente solo en los puentes P3 y P7. Llama la atención que solo estos dos puentes presenten esta junta, que permite disminuir los golpes o acciones mecánicas entre el tablero del puente y los estribos de apoyo, esto de manera horizontal. Se asume que por ser los puentes más nuevos (según información verbal de las autoridades locales) si poseen esta tecnología.

Llamó la atención que el gobierno local no cuenta con una información detallada del año de construcción, planos y detalles generales de los puentes en estudio, en especial de los puentes antiguos, solo se nos informó que se tiene información completa de los puentes P6 y P7. Como recomendación, sería importante que el gobierno local levante información de los puentes restantes para poder monitorear la salud estructural de los mismos.

Se observa que los puentes de estudios manejan de manera general la escorrentía de agua lluvia, con tubería que cruza la estructura de tablero, evacuando las aguas de la superficie, pero sin garantizar un gotero en la parte inferior, por ello el agua por capilaridad se queda en contacto con la parte inferior del tablero o con las vigas, generando una humedad localizada, que en las fotografías se observa como una mancha gris a negra. Esto afecta la durabilidad de la estructura.

Otro punto a discutir es la ausencia de neoprenos para asentar las vigas de los puentes sobre los estribos. La falta de una estructura como el neopreno puede ocasionar esfuerzos de cortante en los elementos de contacto, que debido a la vibración y carga cíclica que presentan los puentes, tanto vigas como estribos pueden fisurarse. El problema posterior a estas fisuras, aparte de perder capacidad portante, es generar el camino hacia el acero de refuerzo, donde el ambiente húmedo que representa estar sobre un río, mas los contaminantes de CO₂ del ambiente, generan corrosión en los aceros de refuerzo. Una estructura de concreto reforzado con varillas oxidadas generan una estructura vulnerable.

Conociendo la realidad de la empresa de transporte urbano, quienes tuvieron que cambiar de ruta para minimizar las cargas sobre el puente, debido a una restricción municipal; nos llama la atención esta petición o manera de control. Se entiende que buscan alargar la vida útil del puente P4, disminuyendo cargas, pero la restricción no es completa, puesto que durante la evaluación del puente se observó el paso de vehículos pesados como Mixer y volquetas de 8 y 12 m³. Por lo tanto, esta restricción no sería efectiva. Pero, por otra parte, pensamos que la solución propuesta no es la adecuada, debería llevarse a cabo un estudio para repotenciar el puente, esto si garantiza una mejor respuesta estructural y vida útil [27]

Finalmente, el Río Burgay presenta crecidas de caudal abruptas, que durante la historia ha generado cambios de eje y arrastre de material. Esto se evidencia en los puentes P6 y P7. A pesar que la última crecida del Río Burgay fue en Abril 2022, hasta la fecha se observa material de arrastre y desprendimiento de estribo del puente antiguo ferroviario, que ponen en riesgo la estructura. Esto da a pensar que no ha existido una limpieza de la zona previa al puente.

V. CONCLUSIONES

La investigación realizada muestra una falta de mantenimiento de todos los puentes analizados, debido a la presencia de vegetación, humedad y carbonatación, los autores recomendamos a las autoridades y departamentos encargados, que se organice una inspección minuciosa y se programe un mantenimiento correctivo.

Posterior al mantenimiento correctivo, que elimine las patologías identificadas, se recomienda un mantenimiento rutinario de por lo menos una vez al año, que permita alargar la vida útil de estas estructuras importantes de la ciudad.

Es importante que las autoridades tengan información detallada de los puentes construidos, saber las características mecánicas de los materiales, año de

construcción, etc. Esto permitiría tener un adecuado manejo de los mantenimientos.

Es fundamental que el gobierno local dedique un presupuesto para el estudio y reforzamiento del puente P4 para repotenciar la estructura y pueda trabajar de manera adecuada. El puente P4 genera demasiadas vibraciones al paso de un vehículo pesado. Esto llevó al grupo de investigación realizar mediciones de vibración que esperamos detallar en un próximo artículo.

Sería importante programar la colocación de neoprenos y juntas de dilatación en todos los puentes, para garantizar un adecuado comportamiento estructural y sistema de amortiguamiento que alargue la vida útil de los puentes estudiados.

Desde el punto de vista de la academia, es interesante la variedad de estructuras, materiales y formas que tienen los puentes sobre el Río Burgay, esto permite conocer y analizar cada tipología, con un ejemplo cercano y accesible para los estudiantes.

RECONOCIMIENTO

Se agradece al departamento de Obras Públicas del GAD Municipal de Azogues por la información ofrecida. De igual forma a la Universidad Católica de Cuenca campus Azogues por las fotografías y el Dron que permitieron fotos en el puente P4.

REFERENCIAS

- [1] Y. Maki, T. M. Ha, S. Fukada, K. Torii, and R. Ono, "Current Status of Degraded Road Bridge Slab Located in Mountainous Area," in *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, Sep. 2018. doi: 10.1051/mateconf/201820601019.
- [2] L. Tang, "Maintenance and inspection of fiber-reinforced polymer (Frp) bridges: A review of methods," *Materials*, vol. 14, no. 24, Dec. 2021, doi: 10.3390/ma14247826.
- [3] J. M. Djoković, R. R. Nikolić, J. Bujnák, and B. Hadzima, "Estimate of the steel bridges fatigue life by application of the fracture mechanics," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Sep. 2018. doi: 10.1088/1757-899X/419/1/012010.
- [4] T. Omar and M. L. Nehdi, "Condition assessment of reinforced concrete bridges: Current practice and research challenges," *Infrastructures (Basel)*, vol. 3, no. 3, Sep. 2018, doi: 10.3390/infrastructures3030036.
- [5] P. Alonso Medina, F. J. León González, and L. Todisco, "Data-driven prediction of long-term deterioration of RC bridges," *Constr Build Mater*, vol. 317, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.125790.
- [6] M. Aliyari, B. Ashrafi, and Y. Z. Ayele, "Hazards identification and risk assessment for UAV-assisted bridge inspections," *Structure and Infrastructure Engineering*, vol. 18, no. 3, pp. 412–428, 2022, doi: 10.1080/15732479.2020.1858878.
- [7] M. Aliyari, E. L. Droguett, and Y. Z. Ayele, "Uav-based bridge inspection via transfer learning," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 20, Oct. 2021, doi: 10.3390/su132011359.
- [8] M. Mandirola, C. Casarotti, S. Peloso, I. Lane-se, E. Brunesi, and I. Senaldi, "Use of UAS for damage inspection and assessment of bridge infrastructures," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 72, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.ijdrr.2022.102824.
- [9] A. Ivanovic, L. Markovic, M. Car, I. Duvnjak, and M. Orsag, "Towards autonomous bridge inspection: Sensor mounting using aerial manipulators," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 18, Sep. 2021, doi: 10.3390/app11188279.
- [10] B. Pulido and L. Rico, "Caracterización de las patologías de los puentes peatonales en la localidad de Usaquén' UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA," 2018.
- [11] D. Alquino and R. Hernández, "Manual de construcción de puentes de concreto' FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA," 2004.
- [12] E. Seminario and M. Piura, "GUÍA PARA EL DISEÑO DE PUENTES CON VIGAS Y LOSAS Departamento de Ingeniería Civil," 2004.
- [13] R. L. Acero, "Puentes arco de hormigón. Consideraciones sobre la construcción por avance en voladizo." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/276353006>
- [14] "Diseño de una superestructura mixta para un puente isostático' UNIVERSIDAD DE CUENCA, FACULTAD DE INGENIERÍA," *Granda, Diego & Macancela, Pedro*, 2010.
- [15] L. Meza, "ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO PRESFORZADO," Tesis, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua, 2016.
- [16] H. Belmonte, *Puentes*. 1990.
- [17] C. Pinnagoda, "Seguridad, salud y bienestar en las obras de construcción." International Labour Office, 1997.
- [18] O. Oyola, "Guía para la formulación, desarrollo y divulgación de proyectos" *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Facultad de Artes ESCUELA DE ARQUITECTURA Y*

URBANISMO MANUAL para la INVESTIGACIÓN. 2010.

- [19] Á. Luque and M. Seghiri, ““Extracción terminológica basada en corpus para la traducción de fichas técnicas de impresoras,”” 2019.
- [20] J. Corral, ““Patología de la construcción, grietas y fisuras en obras de hormigón. Origen y prevención’ Ciencia y Sociedad,”” 2004, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104>
- [21] P. Arteaga, ““Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca–Ecuador’ Facultad de Ingeniería,”” Cuenca, 2016.
- [22] I. Del Puente Heredia, D. Y. Patologico Propuesta De Intervención Del Puente Heredia Autor, J. Oliveros Padron, and C. D. T Y C, “EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL.”
- [23] G. Bernal, ““COMPORTAMIENTO DINAMICO DE NEOPRENO EMPLEADO EN COMPUESTOS DE APOYO EN PUENTES,”” Universidad de los Andes, 2006.
- [24] J. Moehle, “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19).” 20019.
- [25] R. Poston, “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14). 2015.
- [26] Escobar and Martinez, “IMPORTANCIA DE LAS JUNTAS DE DILATACIÓN EN PUENTES DE CONCRETO.,” *Productos Técnicos Especializados*, Oct. 06, 2020.
- [27] E. Encalada, ““Plan de Movilidad para el área de influencia del Terminal Terrestre de la ciudad de Azogues,”” Cuenca, 2017.

AUTORES

Nieto-Cárdenas Xavier. Ingeniero Civil y Magister en Construcciones de la Universidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador. Candidato a Magister en Ingeniería – Estructuras y candidato a Doctor en Ingeniería – Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Docente Universitario de pregrado y posgrado desde 2013. Conferencista nacional e internacional. Experiencia como diseñador y constructor de obras de concreto reforzado, acero, mampostería y madera.

Cárdenas-Portilla Karla. Estudiante de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Católica de Cuenca Campus Azogues. Biblián – Ecuador.

Espinoza-Défaz Johnny. Estudiante de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Católica de Cuenca Campus Azogues. Cañar – Ecuador.

Chávez-Yupa Luis. Estudiante de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Católica de Cuenca Campus Azogues. Tambo – Ecuador.

Recibido: 19/07/2023
Aprobado: 30/04/2024

Uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola del Ecuador

Use of chemical fertilizers in the promotion of agricultural production in Ecuador



Silvia Gicela Saucedo Aguiar

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, ssaucedo@uteq.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0003-0992-6742>

León Benigno Arguello Nuñez

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, larguello@uteq.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-2472-5570>

Segundo F. Vilema Escudero

Universidad ECOTEC, Samborondón, Ecuador, svilema@ecotec.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-1768-0300>

Miguel Ruiz Martínez

Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador, miruiz@espol.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-8317-8490>



<https://www.doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1531>

Resumen

El presente estudio evalúa el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento agrícola del Ecuador, un país donde la agricultura desempeña un papel crucial

tanto en el desarrollo económico como en la seguridad alimentaria. A través de un análisis estadístico de datos de las 23 provincias ecuatorianas, se explora cómo el uso

intensivo de fertilizantes afecta la productividad agrícola y el medio ambiente. La investigación revela que, aunque los fertilizantes químicos aumentan la productividad de cultivos clave como la papa y la naranjilla, su uso excesivo provoca serios problemas de contaminación del suelo y el agua, afectando negativamente la biodiversidad y la salud humana. El marco teórico revisa estudios previos que destacan tanto los beneficios como las limitaciones del uso de fertilizantes químicos. La metodología empleada incluye una regresión lineal para examinar la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento agrícola, controlando variables como el desarrollo agrícola, la asociatividad y la ruralidad. Los resultados muestran un efecto negativo significativo del uso de fertilizantes en el fomento agrícola, sugiriendo que la dependencia de estos insumos puede llevar a una “trampa de fertilizantes”, donde los agricultores deben seguir invirtiendo en fertilizantes para mantener la productividad, resultando en una espiral de endeudamiento y pobreza. El estudio concluye que, para asegurar el fomento agrícola a largo plazo, es crucial adoptar prácticas más sostenibles, como la integración de fertilizantes orgánicos y químicos, y mejorar la capacitación de los agricultores en el manejo adecuado de estos insumos. Estas recomendaciones proporcionan una base para la formulación de políticas agrícolas que equilibran la prosperidad económica con la conservación ambiental en el Ecuador.

Palabras claves: fomento agrícola, fertilizantes químicos, desarrollo local

Abstrac

This study assesses the impact of chemical fertiliser use on agricultural development in Ecuador, a country where agriculture plays a crucial role in both economic development and food security. Through a statistical analysis of data from Ecuador's 23 provinces, it explores how intensive fertiliser use affects agricultural productivity and the environment. The research reveals that although chemical fertilisers increase the productivity of key crops such as potatoes and naranjilla, their excessive use causes serious

soil and water contamination problems, negatively affecting biodiversity and human health. The theoretical framework reviews previous studies that highlight both the benefits and limitations of chemical fertiliser use. The methodology employed includes a linear regression to examine the relationship between fertiliser use and agricultural development, controlling for variables such as agricultural development, associativity and rurality. The results show a significant negative effect of fertiliser use on agricultural development, suggesting that dependence on these inputs can lead to a “fertiliser trap”, where farmers must continue to invest in fertiliser to maintain productivity, resulting in a spiral of indebtedness and poverty. The study concludes that, to ensure long-term agricultural development, it is crucial to adopt more sustainable practices, such as the integration of organic and chemical fertilisers, and to improve the training of farmers in the proper management of these inputs. These recommendations provide a basis for the formulation of agricultural policies that balance economic prosperity with environmental conservation in Ecuador.

Key words: agricultural promotion, chemical fertilisers, local development

INTRODUCCIÓN

La agricultura es un pilar fundamental para la economía y la subsistencia en Ecuador, desempeñando un papel crucial tanto en el desarrollo económico como en la sostenibilidad ambiental del país [1]. Este sector ha sido históricamente una fuente principal de empleo y sustento para una gran parte de la población rural, contribuyendo significativamente al PIB nacional y siendo una base esencial para la seguridad alimentaria [2]. La importancia de la agricultura se refleja no solo en la producción de alimentos, sino también en la exportación de productos agrícolas que han fomentado el crecimiento económico durante décadas [3]. En las últimas décadas, la agricultura en Ecuador ha enfrentado diversos desafíos y transformaciones [4]. Las políticas económicas y comerciales, junto con las fluctuaciones en los precios globales y los impactos climáticos, han influido en la dinámica del sector agrícola, afectando tanto la producción como los ingresos de los agricultores [1]. A pesar de estos desafíos, la agricultura sigue siendo una actividad vital para la mayoría de las comunidades rurales, muchas de las cuales dependen de la agricultura de subsistencia y las prácticas agroecológicas para su sustento diario [5]. Además, la conservación de la agrobiodiversidad y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles han ganado relevancia, destacando el papel de la agricultura no solo en la economía, sino también en la preservación del patrimonio cultural y la biodiversidad del país [6]. Las iniciativas de agricultura de conservación y agroforestería, por ejemplo, han mostrado potencial para mejorar los ingresos de las familias campesinas al tiempo que mitigan los efectos de la degradación ambiental [7].

En la producción agrícola del Ecuador, el uso intensivo de fertilizantes químicos presenta diversos problemas y desafíos. La aplicación excesiva de estos insumos agrícolas no solo contamina los suelos y cuerpos de agua, sino que también afecta negativamente la biodiversidad y la salud humana [8]. La contaminación por pesticidas y fertilizantes en cuencas hidrográficas

como la del río Guayas es un ejemplo claro, donde se ha observado una presencia significativa de residuos de pesticidas y fertilizantes en el agua, afectando la calidad biológica de los ecosistemas acuáticos [9]. Además, la dependencia de fertilizantes químicos ha generado una serie de problemas económicos y sociales [10]. Muchos agricultores, especialmente los pequeños productores, enfrentan altos costos de producción debido a la necesidad constante de estos insumos para mantener la productividad [11]. Esto crea una “trampa de fertilizantes”, donde los agricultores deben seguir invirtiendo en fertilizantes para evitar la disminución de los rendimientos, lo que a menudo resulta en una espiral de endeudamiento y pobreza [12]. Otro desafío significativo es la falta de conocimiento y capacitación adecuada sobre el manejo seguro y eficiente de fertilizantes y pesticidas [13]. La sobreutilización y la aplicación incorrecta de estos productos químicos pueden llevar a problemas de salud tanto para los agricultores como para las comunidades cercanas [14]. En estudios realizados en la región andina de Ecuador, se ha documentado un uso excesivo de pesticidas en la producción de papa, lo que ha resultado en problemas de salud y ambientales [15]. Finalmente, el cambio climático y la variabilidad climática también plantean desafíos adicionales para la producción agrícola sostenible [16]. La necesidad de adaptar las prácticas agrícolas para mitigar y adaptarse a estos cambios es crucial para garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo [17].

Los fertilizantes químicos son ampliamente utilizados para mejorar la productividad agrícola, especialmente en cultivos como la papa y la naranjilla, donde se ha demostrado que incrementan los rendimientos agrícolas de manera considerable [18]. Sin embargo, su uso excesivo y descontrolado puede llevar a problemas como la erosión del suelo y la contaminación del agua, lo que compromete la sostenibilidad a largo plazo del sistema agrícola [19]. El Ecuador, con su variada topografía y diversidad de climas, enfrenta desafíos

únicos en la gestión de fertilizantes químicos [20]. Las prácticas agrícolas intensivas en regiones como la Amazonía ecuatoriana han llevado a una dependencia significativa de estos insumos para mantener y aumentar la productividad [21]. Sin embargo, estudios recientes destacan la necesidad de políticas claras y coherentes que aborden tanto la productividad agrícola como la conservación ambiental, promoviendo el uso responsable de fertilizantes químicos para evitar la degradación del suelo y otros impactos negativos [22]. La justificación de este estudio radica en la urgencia de comprender mejor los efectos del uso de fertilizantes químicos en la agricultura ecuatoriana, identificando prácticas que maximicen los beneficios económicos sin comprometer la salud del ecosistema. Esto es especialmente relevante en un país donde la agricultura es un pilar fundamental de la economía y la seguridad alimentaria [23]. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio busca analizar el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola en Ecuador.

MARCO TEÓRICO

El uso de fertilizantes químicos ha sido una práctica extendida en la agricultura para incrementar la productividad de los cultivos [19]. Diversos estudios han examinado los efectos de estos insumos sobre la producción agrícola y el medio ambiente [10], [17]. En este sentido, la literatura destaca tanto los beneficios como las limitaciones del uso continuo de fertilizantes químicos en la agricultura [18]. Investigaciones han demostrado que los fertilizantes químicos aumentan significativamente la productividad agrícola al mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. Por ejemplo, el uso de fertilizantes nitrogenados ha sido clave en el aumento de los rendimientos de cultivos como el trigo y el arroz [24]. Sin embargo, el uso excesivo e indiscriminado de estos fertilizantes puede llevar a la degradación del suelo y a problemas ambientales, como la contaminación del agua por nitratos [25]. Además, la integración de

fertilizantes químicos con enmiendas orgánicas, como el estiércol, ha mostrado ser una estrategia efectiva para mejorar tanto la productividad de los cultivos como la salud del suelo [26]. Estudios han encontrado que la combinación de fertilizantes químicos con orgánicos no solo aumenta los rendimientos agrícolas, sino que también mejora la capacidad de retención de carbono en el suelo y la eficiencia del uso de nitrógeno [27]. Por otro lado, la sustitución parcial de fertilizantes químicos por formas orgánicas ha mostrado ser una práctica sostenible que puede reducir los impactos ambientales negativos asociados con la fertilización química intensiva [28]. Esta estrategia no solo mejora la salud del suelo y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede ser económicamente beneficiosa para los agricultores. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis **H1**: El uso de fertilizantes químicos tiene un efecto positivo significativo en el fomento productivo agrícola en Ecuador.

La participación de cooperativas agrícolas es un mecanismo importante que puede ayudar a reducir el uso de fertilizantes y pesticidas químicos, mejorando así la sostenibilidad de la producción agrícola. La membresía en cooperativas agrícolas aumenta significativamente la probabilidad de que las granjas familiares reduzcan el uso de fertilizantes y pesticidas, al tiempo que mejora el rendimiento económico por unidad de estos productos químicos [29]. Otro estudio sugiere que la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos puede mejorar la eficiencia del uso de nitrógeno y aumentar la productividad agrícola a través de la acumulación de carbono orgánico en el suelo [30]. Esto no solo reduce la cantidad de fertilizantes químicos necesarios, sino que también mejora la salud del suelo a largo plazo [27]. Además, los servicios socializados de producción agrícola verde y las redes sociales locales pueden moderar el uso de fertilizantes químicos. Los servicios y redes pueden promover significativamente la reducción del uso de fertilizantes entre los agricultores, apoyando así un desarrollo agrícola más sostenible [31]. La adopción de estrategias integradas de manejo de nutrientes

también se ha demostrado efectiva [28]. La integración de fertilizantes orgánicos y químicos no solo aumenta la productividad agrícola, sino que también mantiene la calidad del suelo [32]. La aplicación combinada de fertilizantes orgánicos y químicos aumenta significativamente la productividad del suelo en comparación con el uso exclusivo de fertilizantes químicos [19]. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis **H2**: El desarrollo local agrícola modera la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento productivo agrícola.

La asociatividad, entendida como la colaboración entre agricultores a través de cooperativas y redes sociales, puede facilitar la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles [33]. Por ejemplo, la pertenencia a cooperativas agrícolas se asocia con una reducción en el uso de fertilizantes químicos, ya que estas organizaciones promueven prácticas agrícolas más seguras y sostenibles [29]. Adicionalmente, las redes sociales en las áreas rurales fomentan el intercambio de conocimientos y experiencias sobre la reducción del uso de fertilizantes, promoviendo una agricultura más verde [31]. La ruralidad, que se refiere a las características y condiciones del entorno rural, también juega un papel significativo [34]. En áreas rurales, el acceso limitado a tecnologías avanzadas y recursos

financieros puede restringir la adopción de prácticas agrícolas sostenibles [35]. Sin embargo, las políticas que promueven el uso de servicios socializados de producción verde han demostrado ser efectivas para reducir el uso de fertilizantes químicos en contextos rurales [36]. Además, el tamaño de las explotaciones agrícolas y la estructura del empleo en estas áreas influyen en el uso de fertilizantes, con estudios que muestran que un mayor tamaño de las explotaciones está asociado con una menor intensidad en el uso de fertilizantes debido a economías de escala [18]. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis **H3**: La asociatividad y la ruralidad moderan la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento productivo agrícola.

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Para analizar la relación entre el uso de los fertilizantes y el fomento de la productividad agrícola en el Ecuador, se utiliza información de las 23 provincias del país, considerando varias fuentes de información y año. En la tabla 1 se muestra las variables de estudio utilizadas para comprobar las hipótesis y se plantea la siguiente ecuación de regresión lineal.

TABLA 1
Variables de estudio

Código	Descripción	Medida	Fuente
USO	Uso de fertilizantes: Porcentaje de unidades agrícolas que utilizan fertilizantes químicos	Logaritmo natural	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. INEC (2022)
FOMENTO	Fomento agrícola: Gasto provincial en proyectos de fomento agrícola	Logaritmo natural	Censo de Información Ambiental Económica en GADs. INEC (2022)
DESARROLLO	Desarrollo agrícola: Valor Agregado Bruto del sector agrícola	Logaritmo natural	Cuentas Regionales - Banco Central del Ecuador (2022)
ASOCIA	Asociatividad: Número de asociaciones agrícolas registradas	Logaritmo natural	Catastro de asociaciones. SEPS (2022)
RURALIDAD	Ruralidad: Población ubicada en zonas rurales	Logaritmo natural	Proyecciones poblacionales - Instituto Nacional de estadísticas y Censo (2022)

$$FOMENTO_i = \beta_0 + \beta_1 USO_i + \beta_j \sum_{j=2}^n X_i + \epsilon \quad (1)$$

En la ecuación 1 se muestra el modelo estadístico planteado, donde, $FOMENTO_i$ es la variable dependiente (Fomento Agrícola en la provincia i). USO_i es la variable independiente (Uso de Fertilizantes Químicos en la provincia i). $\sum_{j=2}^k X_i$ es un conjunto de variables de control en la provincia i (Desarrollo local, asociatividad y ruralidad). $\beta_0, \beta_1, \beta_j, \beta_k$ son los coeficientes de regresión que representan la relación entre las variables. Y ε es el término de error, que captura la variación no explicada por las variables independientes.

RESULTADOS

La Tabla 2 presenta las estadísticas descriptivas de las variables estudiadas: uso de fertilizantes (uso), fomento agrícola (fomento), desarrollo agrícola (desarrollo), asociatividad (asocia) y ruralidad (ruralidad) para las 23 provincias de Ecuador. Cada variable está expresada en su logaritmo natural para facilitar la interpretación y análisis estadístico. La media de “uso” es $-9,86E+08$ con una desviación estándar de $8,56E+08$, indicando una gran variabilidad en el uso de fertilizantes entre las provincias. “Fomento” tiene una media de $1,17E+09$ y una desviación estándar de $4,24E+08$, sugiriendo diferencias significativas en el gasto en proyectos agrícolas. “Desarrollo” muestra una media de $1,40E+09$, reflejando el valor agregado bruto del sector agrícola, mientras que “asocia” y “ruralidad” presentan medias de $4,98E+09$ y $1,09E+09$, respectivamente, indicando la presencia de asociaciones agrícolas y la población rural. Estas estadísticas proporcionan una visión general de la distribución y dispersión de las variables clave en el estudio.

TABLA 2
Estadísticas Descriptivas

Variable	N	Media	Desv. Est.
USO	23	-9,86E+08	8,56E+08
FOMENTO	23	1,17E+09	4,24E+08
DESARROLLO	23	1,40E+09	1,88E+09
ASOCIA	23	4,98E+09	1,62E+09
RURALIDAD	23	1,09E+09	4,54E+08

La Tabla 3 presenta los resultados de los modelos de regresión lineal que evalúan el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento agrícola en Ecuador, incorporando variables de control como el desarrollo agrícola, la asociatividad y la ruralidad. Los resultados están organizados en cuatro modelos progresivos, cada uno añadiendo variables adicionales para evaluar su influencia en la relación principal.

En el Modelo 1, se observa que el uso de fertilizantes químicos (USO) tiene un coeficiente negativo y significativo ($-0,192$, $p < 0,01$), indicando que a medida que aumenta el uso de fertilizantes químicos, el fomento agrícola disminuye. Este hallazgo sugiere que el uso intensivo de fertilizantes podría estar asociado con efectos adversos que contrarrestan los beneficios esperados en la productividad agrícola.

El Modelo 2 incorpora la variable de desarrollo agrícola (DESARROLLO), aunque no muestra un efecto significativo en el fomento agrícola ($-0,00451$), lo que sugiere que el valor agregado bruto del sector agrícola no tiene una influencia directa notable en la relación estudiada. Sin embargo, la inclusión de esta variable no altera significativamente el impacto negativo del uso de fertilizantes químicos, cuyo coeficiente permanece en $-0,192$ ($p < 0,01$).

En el Modelo 3, se añade la variable de asociatividad (ASOCIA), la cual muestra un coeficiente positivo,

aunque no significativo (0,00737). Este resultado indica que la presencia de asociaciones agrícolas podría tener un efecto moderador positivo en la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento agrícola, alineándose con estudios previos que sugieren que la cooperación entre agricultores puede mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las prácticas agrícolas [29]. A pesar de esto, el coeficiente del uso de fertilizantes disminuye ligeramente a -0,262 ($p < 0,01$), manteniendo su significancia.

Finalmente, el Modelo 4 incluye la variable de ruralidad (RURALIDAD), con un coeficiente negativo y no significativo (-0,0117). La adición de esta variable refuerza la robustez del modelo, mostrando que la distribución de la población rural no tiene un impacto significativo en el fomento agrícola. Sin embargo, el coeficiente del uso de fertilizantes se vuelve aún

más negativo (-0,324, $p < 0,01$), subrayando la relación adversa entre el uso intensivo de fertilizantes químicos y el desarrollo agrícola.

Estos resultados respaldan la hipótesis H1, que plantea un efecto positivo significativo del uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola, aunque con una dirección negativa, implicando que el exceso de fertilizantes podría estar perjudicando la sostenibilidad agrícola. La falta de significancia de las variables de control en los modelos sugiere que factores adicionales, posiblemente no considerados en este estudio, podrían estar influyendo en esta relación. Esto coincide con la literatura que destaca la necesidad de una gestión equilibrada de insumos agrícolas para evitar efectos adversos en el medio ambiente y la economía agrícola [27], [28].

TABLA 3
Uso de Fertilizantes y Fomento Agrícola

VARIABLES	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
USO	-0,192*	-0,192*	-0,262*	-0,324*
	(0,102)	(0,102)	(0,138)	(0,173)
DESARROLLO				-0,0451
				(0,0360)
ASOCIA			0,0737	0,0860
			(0,0720)	(0,0788)
RURALIDAD			-0,112	-0,117
			(0,0968)	(0,102)
Constante	9,851e+08***	9,851e+08***	6,712e+08	6,167e+08
	(1,715e+08)	(1,715e+08)	(4,808e+08)	(5,119e+08)
Observaciones	23	23	23	23
R-cuadrado	0,150	0,150	0,230	0,258

Errores estándar robustos entre paréntesis

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

Este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el uso de datos agregados a nivel provincial puede ocultar variaciones importantes a nivel de finca o comunidad, lo que limita la capacidad de generalizar los hallazgos a todas las áreas rurales

de Ecuador. Además, la dependencia de encuestas y censos oficiales puede introducir sesgos relacionados con la precisión de los datos reportados por los agricultores y las entidades gubernamentales. Otra limitación significativa es la falta de control sobre variables externas no incluidas en el modelo, como las prácticas de

manejo agrícola específicas, las condiciones climáticas locales y el acceso a mercados, que pueden influir en la relación entre el uso de fertilizantes y la productividad agrícola. La naturaleza transversal del estudio impide establecer relaciones causales definitivas, sugiriendo la necesidad de estudios longitudinales que examinen estos efectos a lo largo del tiempo.

Para futuras investigaciones, se recomienda un enfoque más granular que incluya datos a nivel de finca y análisis de caso en diversas regiones del país. Además, sería beneficioso investigar el impacto combinado de diferentes prácticas agrícolas sostenibles y su interacción con el uso de fertilizantes químicos. Estudios experimentales que evalúen intervenciones específicas podrían proporcionar información valiosa para el desarrollo de políticas agrícolas más efectivas y sostenibles, contribuyendo a una mejor comprensión del equilibrio entre productividad y sostenibilidad en la agricultura ecuatoriana.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación ha examinado el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento agrícola del Ecuador. A través del análisis de datos provenientes de las 23 provincias del país, se ha constatado que el uso intensivo de estos insumos presenta efectos adversos tanto a nivel económico como ambiental. Los resultados obtenidos demuestran que, aunque los fertilizantes químicos contribuyen al aumento de la productividad agrícola a corto plazo, su uso excesivo y descontrolado genera una serie de problemas significativos, incluyendo la degradación del suelo, la contaminación del agua y la disminución de la biodiversidad.

Las estadísticas descriptivas y los modelos de regresión lineal indican que el uso de fertilizantes químicos tiene una relación negativa con el fomento agrícola, lo cual sugiere que, a largo plazo, estos insumos pueden perjudicar al fomento del sector agrícola. Además, se ha observado que variables como el desarrollo agrícola, la asociatividad y la ruralidad

moderan esta relación, aunque con un impacto menor en comparación con el uso directo de fertilizantes.

En base a estos hallazgos, se recomienda la implementación de políticas agrícolas que promuevan el uso responsable y sostenible de fertilizantes químicos. Una estrategia efectiva podría ser la integración de fertilizantes orgánicos con químicos, lo cual no solo mejora la productividad sino también la salud del suelo. Además, es crucial fortalecer la capacitación de los agricultores en el manejo adecuado y seguro de estos insumos, fomentando prácticas agrícolas más sostenibles.

Asimismo, se sugiere promover la formación de cooperativas agrícolas y redes sociales en áreas rurales, lo cual ha demostrado ser efectivo en la reducción del uso de fertilizantes químicos y en la mejora del fomento agrícola. Estas cooperativas pueden facilitar el acceso a recursos, conocimientos y tecnologías que permitan a los agricultores adoptar prácticas más sostenibles.

Finalmente, es esencial desarrollar políticas de apoyo financiero y técnico que incentiven a los agricultores a adoptar prácticas agrícolas sostenibles, asegurando así la preservación del medio ambiente y la prosperidad económica a largo plazo del sector agrícola en Ecuador.

REFERENCIAS

- [1] R. H. Arjona, J. Piñeiros, M. Ayabaca, y F. H. Freire, «Climate change and agricultural workers' health in Ecuador: occupational exposure to UV radiation and hot environments.», *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 2016, Accedido: 1 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Climate-change-and-agricultural-workers%27-health-in-Arjona-Pi%C3%B1eiros/1a-5265095d191a2df9caa2eebbe71b05600113e5>
- [2] G. M. Scobie, V. Jardine, y D. D. Greene, «The importance of trade and exchange rate policies for agriculture in Ecuador», *Food Policy*, vol. 16, n.o 1, pp. 34-47, feb. 1991, doi: 10.1016/0306-9192(91)90075-U.
- [3] V. Q. Rosales, R. B. Leverone, M. M. Ortega, y M. S. Honores, «Characterization and importance of the agricultural sector in the Ecuadorian economy», *Journal of Namibian Studies : History Politics Culture*, vol. 33, pp. 3028-3037, may 2023, doi: 10.59670/jns.v33i.937.
- [4] K. S. Alcívar, J. M. Quezada-Campoverde, S. Barrezueta-Unda, V. J. Garzón-Montealegre, y H. Carvaja-Romero, «Análisis económico de la exportación del cacao en el Ecuador durante el periodo 2014 – 2019», *Polo del Conocimiento*, vol. 6, n.o 3, p. 2430, mar. 2021, doi: 10.23857/pc.v6i3.2522.
- [5] R. Intriago, R. G. Amézcuca, E. Bravo, y C. O'Connell, «Agroecology in Ecuador: historical processes, achievements, and challenges», *Agroecology and Sustainable Food Systems*, vol. 41, pp. 311-328, 2017, doi: 10.1080/21683565.2017.1284174.
- [6] C. Bastidas y H. Rueda, «Practices that contribute to promoting and appreciating Andean crops and identity in Cotacachi, Ecuador», 2016, doi: 10.4324/9780203130599-19.
- [7] A. Nguema, G. W. Norton, J. Alwang, D. B. Taylor, V. Barrera, y M. Bertelsen, «Farm-level economic impacts of conservation agriculture in Ecuador», *Experimental Agriculture*, vol. 49, n.o 1, pp. 134-147, ene. 2013, doi: 10.1017/S0014479712001044.
- [8] A. C. Arafet y R. C. Acosta, «Desarrollo agrícola sostenible para optimizar la productividad a través del buen manejo del suelo en Benguela-Angola», *Environmental Sciences and Practices*, vol. 2, n.o 1, Art. n.o 1, may 2024, Accedido: 24 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mlsjournals.com/Environmental-Science-Practices/article/view/2426>
- [9] A. Deknock et al., «Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador)», *The Science of the total environment*, vol. 646, pp. 996-1008, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.185.
- [10] A. A. Cuadras-Berrelleza et al., «Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa», *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 12, n.o 8, pp. 1401-1414, dic. 2021, doi: 10.29312/remexca.v12i8.2704.
- [11] W. G. Ramírez-Sande, «Situación actual de la producción y rentabilidad de los pequeños productores de banano en la zona de Los Ríos», bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2023, 2023. Accedido: 24 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/15124>
- [12] C. Crissman, D. Cole, y F. Carpio, «Pesticide Use and Farm Worker Health in Ecuadorian Potato Production», *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 76, pp. 593-597, 1994, doi: 10.2307/1243670.
- [13] J. P. Rijal, R. Regmi, R. Ghimire, K. D. Puri, S. Gyawaly, y S. Poudel, «Farmers' Knowledge on Pesticide Safety and Pest Management Practices: A Case Study of Vegetable Growers

- in Chitwan, Nepal», *Agriculture*, vol. 8, n.o 1, Art. n.o 1, ene. 2018, doi: 10.3390/agriculture8010016.
- [14] S. M. Demi y S. R. Sicchia, «Agrochemicals Use Practices and Health Challenges of Smallholder Farmers in Ghana», *Environ Health Insights*, vol. 15, p. 11786302211043033, ene. 2021, doi: 10.1177/11786302211043033.
- [15] V. Barrera, G. Norton, J. Alwang, M. Mauce-ri, y D. Singaña, «Los límites de la productividad del cultivo de papa en Ecuador entre 2017 y 2018», 2021, doi: 10.37066/RALAP.V25I1.416.
- [16] F. Vilema y H. Mendoza, «Capacidad Terri-torial de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en el Ecuador», *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, vol. 1, n.o 1, pp. 15-27, sep. 2014.
- [17] E. Grigorieva, A. Livenets, y E. Stelmakh, «Adaptation of Agriculture to Climate Change: A Scoping Review», *Climate*, vol. 11, n.o 10, Art. n.o 10, oct. 2023, doi: 10.3390/cli11100202.
- [18] W. Viera, A. Díaz, C. Caicedo, A. Suárez, y Y. Vargas, «Key Agronomic Fertilization Practices That Influence Yield of Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) in the Ecuadorian Amazon», *Agronomy*, vol. 11, n.o 2, Art. n.o 2, feb. 2021, doi: 10.3390/agronomy11020310.
- [19] C. Vasco, B. Torres, E. Jácome, A. Torres, D. Eche, y C. Velasco, «Use of chemical fertilizers and pesticides in frontier areas: A case study in the Northern Ecuadorian Amazon», *Land Use Policy*, 2021, doi: 10.1016/J.LANDUSE-POL.2021.105490.
- [20] R. A. Mihai, E. J. Melo Heras, V. A. Terán Maza, I. A. Espinoza Caiza, E. A. Pinto Valdi-viezo, y R. D. Catana, «The Panoramic View of Ecuadorian Soil Nutrients (Deficit/Toxi-city) from Different Climatic Regions and Their Possible Influence on the Metabolism of Important Crops», *Toxics*, vol. 11, n.o 2, p. 123, ene. 2023, doi: 10.3390/toxics11020123.
- [21] F. Posso, J. Sigüencia, y R. Narváez, «Residual biomass-based hydrogen production: Potent-ial and possible uses in Ecuador», *International Journal of Hydrogen Energy*, 2020, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.09.235.
- [22] V. Mosquera et al., «Conservation Agricul-ture Increases Yields and Economic Returns of Potato, Forage, and Grain Systems of the Andes», *Agronomy Journal*, 2019, doi: 10.2134/agronj2019.04.0280.
- [23] Y. Vargas et al., «Contribution of Agrofores-try Systems in the Cultivation of Naranjilla (*Solanum quitoense*) Grown in the Amazon Region of Ecuador», *Applied Sciences*, 2022, doi: 10.3390/app122010637.
- [24] S. Yang et al., «Crop yield, nitrogen uptake and nitrate-nitrogen accumulation in soil as affec-ted by 23 annual applications of fertilizer and manure in the rainfed region of Northwestern China», *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 76, pp. 81-94, 2006, doi: 10.1007/s10705-006-9042-x.
- [25] J. Antle y S. Capalbo, «Measurement and Evaluation of the Impacts of Agricultural Chemical Use: A Framework for Analysis», pp. 23-57, 1995, doi: 10.1007/978-94-011-0647-4_2.
- [26] A. Iqbal et al., «Manure combined with chemi-cal fertilizer increases rice productivity by improving soil health, post-anthesis biomass yield, and nitrogen metabolism», *PLOS ONE*, vol. 15, n.o 10, p. e0238934, oct. 2020, doi: 10.1371/journal.pone.0238934.
- [27] G. Pan et al., «Combined inorganic/organic fertilization enhances N efficiency and increa-ses rice productivity through organic carbon accumulation in a rice paddy from the Tai Lake region, China», *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 131, pp. 274-280, 2009, doi: 10.1016/J.AGEE.2009.01.020.

- [28] Q. Tang, A. Cotton, Z. Wei, Y. Xia, T. Daniell, y X. Yan, «How does partial substitution of chemical fertiliser with organic forms increase sustainability of agricultural production?», *The Science of the Total Environment*, vol. 803, p. 149933, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149933.
- [29] T. Liu y G. Wu, «Does agricultural cooperative membership help reduce the overuse of chemical fertilizers and pesticides? Evidence from rural China», *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, pp. 7972-7983, 2021, doi: 10.1007/s11356-021-16277-0.
- [30] A. Iqbal *et al.*, «Organic Manure Coupled with Inorganic Fertilizer: An Approach for the Sustainable Production of Rice by Improving Soil Properties and Nitrogen Use Efficiency», *Agronomy*, vol. 9, n.o 10, Art. n.o 10, oct. 2019, doi: 10.3390/agronomy9100651.
- [31] C. Yang, H. Zeng, y Y. Zhang, «Are Socialized Services of Agricultural Green Production Conducive to the Reduction in Fertilizer Input? Empirical Evidence from Rural China», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, 2022, doi: 10.3390/ijerph192214856.
- [32] A. Blackman y M. A. Naranjo, «Does eco-certification have environmental benefits? Organic coffee in Costa Rica», *Ecological Economics*, vol. 83, pp. 58-66, nov. 2012, doi: 10.1016/j.ecolecon.2012.08.001.
- [33] E. Espinoza y Y. Arteaga, «Diagnóstico de los Procesos de Asociatividad y la Producción de Cacao en Milagro y sus sectores aledaños / Diagnosis of the Process of Partnership and Cocoa Production and Milagro surrounding areas», *CIENCIA UNEMI*, vol. 8, n.o 14, Art. n.o 14, ago. 2015, doi: 10.29076/issn.2528-7737vol8iss14.2015pp105-112p.
- [34] I. Bąk, K. Wawrzyniak, y M. Oesterreich, «The Impact of Transformational Changes on the Socio-Economic Conditions of the Rural Population. An Example of Poland», *Agriculture*, 2021, doi: 10.3390/agriculture11050403.
- [35] L. E. Bain y O. A. Adeagbo, «There is an urgent need for a global rural health research agenda», *Pan Afr Med J*, vol. 43, p. 147, 2022, doi: 10.11604/pamj.2022.43.147.38189.
- [36] I. Buele, P. Vidueira, J. L. Yagüe, y F. Cuesta, «The Participatory Budgeting and Its contribution to Local Management and Governance: Review of Experience of Rural Communities from the Ecuadorian Amazon Rainforest», *Sustainability*, vol. 12, n.o 11, Art. n.o 11, ene. 2020, doi: 10.3390/su12114659.

Recibido: 20/12/2023

Aprobado: 08/01/2024

La intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en las comunidades de la parroquia rural Nankais, cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe

Public intervention in the provision of drinking water services in the communities of the rural Nankais parish, Nangaritza canton, province of Zamora Chinchipe



Claudia Zhingre-Illescas

Universidad Nacional de Loja, claudia.zhingre@unl.edu.ec. Loja, Ecuador

Viviana Huachizaca, Mg. Sc.

Universidad Nacional de Loja, viviana.huachizaca@unl.edu.ec. Loja, Ecuador



<https://www.doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1532>

Resumen

Esta investigación surge en respuesta a la problemática del acceso y calidad del agua potable en comunidades rurales específicas como Pachkius, Wankius, Los Diamantes, Los

Hachos, San Manuel, San Andrés y Naichap. Para ello, se analizaron las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en las comunidades

de la parroquia rural Nankias, cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe. Mediante encuestas y grupos focales, se encontró que solo el 13% de los encuestados tiene acceso directo a una red pública de distribución de agua potable, mientras que el 75% de la población recibe agua cruda no tratada. Únicamente el 25% dispone de suministro de agua las 24 horas del día. Estas condiciones han generado una insatisfacción generalizada con la calidad del agua proporcionada. En este contexto, construir una planta de tratamiento de agua potable emerge como una medida esencial y prioritaria para abordar la crisis.

Palabras clave: Agua potable, comunidades rurales, encuestas, estrategias, gestión, grupos focales, participación comunitaria, políticas, sostenible.

Abstract

This research arises in response to the problem of access and quality of drinking water in specific rural communities such as Pachkius, Wankius, Los Diamantes, Los Hachos, San Manuel, San Andrés and Naichap. To this end, public intervention strategies were analyzed in the provision of drinking water services in the communities of the rural Nankias parish, Nangaritza canton, province of Zamora Chinchipe. Through surveys and focus groups, it was found that only 13% of respondents have direct access to a public drinking water distribution network, while 75% of the population receives raw, untreated water. Only 25% have water supply 24 hours a day. These conditions have generated widespread dissatisfaction with the quality of the water provided. In this context, building a drinking water treatment plant emerges as an essential and priority measure to address the crisis.

Keywords: Drinking Water, Rural Communities, Surveys, Strategies, Management, Focus Groups, Community Participation, Policies, Sustainable.

Código JEL: H75.I31.I38

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, los municipios enfrentan el reto de proveer agua potable de calidad, especialmente en zonas rurales. A pesar de las regulaciones, existen dificultades en cobertura y calidad. La investigación se centra en la parroquia rural Nankias, Nangaritza, donde la insatisfacción y limitado acceso a agua segura resaltan la necesidad de estrategias públicas más eficaces y adaptadas a las condiciones locales.

Abordar el suministro de agua potable en Nankias es crucial, dado su impacto en la calidad de vida y el desarrollo socioeconómico. La falta de acceso a agua limpia afecta la salud y limita el progreso. La investigación de estrategias de intervención pública y la formulación de propuestas locales mejoran la vida en Nankias y ofrecen perspectivas para la gestión de recursos hídricos en contextos similares, promoviendo un desarrollo sostenible e inclusivo.

La investigación sobre el suministro de agua potable en comunidades rurales revela desafíos significativos. Zambrano-Arias [1] destacó la falta de sistemas confiables en Limones-Esmeraldas, causando problemas de salud, como diarreas y parasitosis, debido a la ausencia de un sistema tarifario adecuado para su mantenimiento. Por otro lado, Sarmiento y Sánchez [2] observaron que, aunque en áreas urbanas de América Latina la cobertura supera el 70%, las zonas rurales enfrentan grandes carencias, agravadas por la migración rural-urbana. Estos estudios subrayan la necesidad de enfocarse en soluciones específicas para mejorar el acceso al agua en estas áreas.

La presente investigación tiene como objetivo principal analizar las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en las comunidades de la parroquia rural Nankias, cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe. Este análisis busca entender y proponer soluciones a la problemática de la falta significativa de acceso directo a una red pública de distribución de agua en estas comunidades. Un objetivo específico de este estudio

es determinar la cobertura pública y la satisfacción con el servicio de agua en la parroquia rural Nankias.

En esta investigación, se empleó una metodología cualitativa centrada en la aplicación de la técnica de grupos focales. Esta técnica se aplicó en siete comunidades de la parroquia rural Nankias (Tsarunts, Pachkius, Wankius, Los Diamantes, Los Hachos, San Manuel, San Andrés, Naichap) en el cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La calidad de vida en relación con el agua potable es un aspecto importante para satisfacer las necesidades básicas de la salud y las condiciones de vida de las poblaciones humanas. Es fundamental garantizar el acceso a agua potable y saneamiento para todos, especialmente en áreas rurales o en países en desarrollo, y abordar los problemas de contaminación y gestión de las aguas para garantizar su calidad y disponibilidad adecuadas [3]

La calidad de vida referida al agua potable se relaciona con el acceso a agua limpia y segura, lo que puede mejorar la calidad de vida de millones de personas [4]

En lo referente a la calidad de vida respecto al agua potable en Ecuador ha mejorado en los últimos años. A continuación, se presentan algunos datos relevantes:

A nivel nacional, el 70,1% de la población cuenta con agua segura, es decir, agua sin contaminación fecal. Un 79.3% del agua que se consume en Ecuador no está contaminada, mientras que un 20.7% sí lo está. Guayaquil y Quito son las únicas ciudades de Ecuador que tienen sello de calidad en su agua potable. En Ecuador, el agua de Quito es la única del país con sello de calidad INEN 1108 y la primera que demuestra el cumplimiento completo de la norma [5].

En el Ecuador el agua segura para la población, se la considera al agua sin contaminación fecal, con instalaciones cercanas, suficiente y con fuentes mejoradas.

TABLA 1.
El agua segura en el Ecuador

	Nacional	Urbano	Rural	Sierra	Costa	Amazonía
Agua segura (a)	701,1	79,1	51,4	75,7	68,1	42,5
Calidad	79,3	84,6	68,2	81,9	79,6	54,8
Cercanía	96,9	99,7	90,8	97,6	97,5	85,2
Suficiencia (a)	94,7	97,0	89,8	93,6	96,0	91,9
Continuidad (b)	82,0	82,2	81,3	89,4	74,2	86,6
Suficiencia y continuidad ©	81,6	81,3	82,3	87,8	75,7	85,0
Fuente mejorada	92,2	95,7	84,7	97,6	88,7	80,2

Fuente: INEC 2016

En la Tabla 1 se refleja los porcentajes de agua segura, Calidad, Cercanía, Suficiencia, Continuidad, Suficiencia y continuidad, Fuente mejorada, en la cual se refleja que en la amazonia de cada 100 habitantes solo 43 de ellos tiene agua segura y solo 55 de ellos tienen calidad de agua.

En Ecuador, existen varios instrumentos de política pública para la gestión integrada del agua que están vigentes, entre ellos se encuentran:

TABLA 2.
Política pública

Política / Plan / Metodología	Descripción	Referencia
Política Socio-Cultural del Agua	Promueve la gestión integrada del agua y la participación ciudadana en decisiones relacionadas con el agua.	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
Metodología de Diálogos del Agua	Fomenta el diálogo y participación de actores involucrados en la gestión del agua, incluyendo sociedad civil, sector privado y autoridades gubernamentales.	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
Plan Nacional del Agua	Establece políticas y estrategias para la gestión integrada del agua en Ecuador.	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Plan de Muestreo y Parámetros de Agua Potable	Evalúa varios parámetros de calidad del agua potable, incluyendo parámetros organolépticos como sabor, olor y color.	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
Sello de calidad INEN 1108	El agua de Quito es la única con este sello, que establece requisitos para la calidad del agua potable en términos organolépticos, microbiológicos y químicos.	INEN, 2022
Políticas para mejorar la calidad del agua potable	El Plan Nacional del Agua incluye políticas para mejorar la calidad del agua potable, como protección de fuentes de agua y sistemas de tratamiento.	Arroyo y García, 2022

Fuente: Políticas públicas específicas para garantizar la calidad del agua potable

En cuanto a la Tabla 2 se establece que en el Ecuador existen políticas públicas específicas para garantizar la calidad del agua potable en términos de parámetros organolépticos, como el Plan de Muestreo y Parámetros de Agua Potable y el sello de calidad INEN 1108. Además, el Plan Nacional del Agua establece políticas y estrategias para mejorar la calidad del agua potable en el país.

El agua es una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado más o menos puro en la naturaleza y cubre un porcentaje importante (71 %) de la superficie del planeta Tierra. Además, es una sustancia bastante común en el Sistema Solar y el universo, aunque en forma de vapor (su forma gaseosa) o de hielo (su forma sólida).

TABLA 3.
Tipos de Agua

Tipo de Agua	Descripción	Referencia
Agua Cruda	Es aquella que no ha recibido ningún tipo de tratamiento ni ha sido aún introducida en la red de distribución.	IAGUA (2023)
Agua Tratada	Es el agua residual que ha sido sometida a un proceso de purificación para eliminar los principales contaminantes y microorganismos. No es apta para beber.	Alcora (2023)
Agua Potable	El agua es considerada potable cuando es apta para el consumo humano, beber, cocinar alimentos, higiene personal o tareas domésticas. Debe estar libre de microorganismos y sustancias tóxicas.	IAGUA (2023)

Fuente: Tomado de IAGUA [7]; Alcora [8]

En la Tabla 3 se establece la clasificación del agua en cruda, tratada y potable refleja la importancia de los procesos de purificación para asegurar su idoneidad para el consumo humano y prevenir riesgos para la salud. La gestión adecuada del agua es crucial en todas sus etapas.

En Ecuador, existen varias leyes y reglamentos relacionados con la calidad de vida referente al agua potable. A continuación, se presentan algunos datos relevantes:

TABLA 4
Leyes y reglamentos

Leyes y reglamentos	Sustento
Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	Usos y Aprovechamiento del Agua: Esta ley establece el marco legal para la gestión integrada de los recursos hídricos en Ecuador. La ley reconoce el derecho al acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y saneamiento
Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua:	Este reglamento establece las normas y procedimientos para la aplicación de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua
Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes:	Esta norma establece los criterios de calidad del agua y los objetivos de calidad para diversos usos del agua. La norma también establece los parámetros de monitoreo de las descargas industriales de importancia.
Ley de Agua:	Esta ley establece el marco legal para la gestión integrada del agua en Ecuador. La ley tiene como objetivo proteger y conservar los recursos hídricos para prevenir y controlar su deterioro.
Reglamento General para la Aplicación de la Ley de Aguas	Este reglamento establece las normas y procedimientos para la aplicación de la Ley de Aguas. El reglamento establece el Consejo Nacional de Recursos Hídricos para el cumplimiento de las funciones.
El artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador (2008)	Otorga las siguientes competencias a los gobiernos municipales: numeral 4 “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y que establezca la ley”.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se resume los principales sustentos de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, el Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y

Aprovechamiento del Agua, la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes, la Ley de Agua y el Reglamento General para la Aplicación de la Ley de Aguas. Estas leyes y reglamentos establecen el marco legal para la gestión integrada del agua

y la protección de los recursos hídricos en Ecuador, incluyendo la calidad del agua potable.

La comunidad Shuar en Ecuador se ve afectada por la falta de acceso a agua potable. En la actualidad, la mayoría de las comunidades Shuar se abastecen de agua de vertientes, acequias del sector, pozos someros, y agua lluvia [6]. Estas fuentes de agua pueden estar contaminadas con bacterias, virus, y parásitos, lo que puede causar enfermedades como diarrea, cólera, y disentería.

En 2022, el Gobierno de Ecuador, a través de la Municipalidad de Francisco de Orellana, inició la construcción de un sistema de agua potable para la comunidad Shuar Nantip, ubicada en la provincia de Orellana [3]. Este sistema beneficiará a 150 habitantes de la comunidad, quienes contarán con agua potable de calidad que llegará directamente a sus viviendas.

La construcción de este sistema de agua potable es un paso importante para mejorar la calidad de vida de la comunidad Shuar Nantip. Sin embargo, es necesario que el Gobierno de Ecuador continúe trabajando para garantizar el acceso a agua potable a todas las comunidades indígenas del país. Ya que es una responsabilidad de garantizar que todas las personas, incluidas las comunidades indígenas, tengan acceso a agua potable de calidad [9].

El abastecimiento de agua potable en el sector rural de Ecuador es un desafío importante. Según los datos oficiales del Fondo de Cooperación para el Agua y Saneamiento [3], solo el 39% de la población rural tiene acceso a agua potable, mientras que el 61% se abastece de fuentes de agua no seguras, como vertientes, ríos, y pozos someros.

El Gobierno de Ecuador ha implementado varios programas para mejorar el acceso a agua potable en el sector rural. Estos programas incluyen: El Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural (PAPSAR): Este programa financia la construcción y rehabilitación de sistemas de agua potable y saneamiento en las zonas rurales. El Programa de Agua Potable Rural (PAR): Este programa brinda asistencia técnica y financiera

a las comunidades rurales para que desarrollen sus propios sistemas de agua potable.

A pesar de estos esfuerzos, aún queda mucho por hacer para garantizar el acceso a agua potable a toda la población rural de Ecuador. El país es geográficamente diverso, con comunidades rurales en regiones montañosas, amazónicas y costeras; el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010 y el Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 hacen énfasis en la importancia de promover la gestión integrada del agua por cuenca hidrográfica, con el objetivo de fomentar una nueva cultura del agua basada en los derechos humanos; sin embargo, el sector de los recursos hídricos en Ecuador enfrenta diversos desafíos que afectan el desarrollo sostenible del país. Esto incluye la contaminación de ríos y cuerpos de agua, la disminución de caudales superficiales en la sierra, la sobreexplotación de acuíferos en la costa, la pérdida significativa de glaciares en las últimas décadas y la reducción de la superficie de los páramos, que son importantes reguladores de caudales [10].

La evidencia empírica sobre las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable es abundante y variada. En general, los estudios muestran que las intervenciones públicas pueden ser efectivas para aumentar el acceso a agua potable, mejorar la calidad del agua, y reducir los costos de los servicios.

La Organización Mundial de la Salud encontró que las intervenciones públicas pueden aumentar el acceso a agua potable en un promedio de 10 puntos porcentuales [11]. El estudio también encontró que las intervenciones públicas pueden mejorar la calidad del agua en un promedio de 20 puntos porcentuales.

El Banco Mundial [12] se encontró que las intervenciones públicas pueden reducir los costos de los servicios de agua potable en un promedio de 20%. El estudio también encontró que las intervenciones públicas pueden mejorar la eficiencia de los servicios en un promedio de 15%.

TABLA 5
Evidencia empírica

Autor	Evidencia de la Investigación
Sánchez (2011)	En Tena, 59.14% recibe agua entubada y 40.86% tiene acceso a agua potable. 70% insatisfecho con el servicio, calidad del agua no supervisada adecuadamente, especialmente en lluvias intensas. Usuarios dispuestos a pagar más por mejor servicio.
Paca (2021)	En Chimborazo, los residentes rurales están satisfechos con el servicio de agua potable, pero hay preocupaciones sobre su calidad. Tarifa del servicio basada en la situación financiera del usuario. Problemas de infraestructura debido a falta de mantenimiento.
Rivadeneira (2012)	El 75% de la población muestra poca satisfacción con el suministro de agua. Gran discrepancia entre agua facturada y producción con pérdida no facturada del 72%. Recomendaciones incluyen nuevo diseño de sistema y tarifas sostenibles.
Zambrano (2001)	En Limones, falta un sistema de agua potable fiable, causando problemas de salud. Necesidad de fortalecer la capacidad financiera del Sistema Regional de Agua Potable para cubrir costos y fondos para reparaciones y mejoras.
Sarmiento y Sánchez (2017)	Cobertura de agua potable en América Latina supera el 70% en áreas urbanas, pero las zonas rurales necesitan mejoras. Ejemplos de Chile y Paraguay muestran la importancia de una planificación adecuada para lograr alta cobertura.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se menciona estudios que resaltan los desafíos críticos en la gestión del agua potable: insatisfacción generalizada por servicios deficientes, discrepancias en la facturación, infraestructura inadecuada y desigualdad en la cobertura entre zonas urbanas y rurales. Subrayan la urgencia de mejorar la supervisión, mantenimiento y planificación para garantizar el acceso equitativo y seguro al agua potable.

DATOS Y METODOLOGÍA

Dentro de la metodología utilizada en la presente investigación, tenemos documentos y testimonios que

aportan información cualitativa referente al tema de estudio dentro de la parroquia Rural Nankais.

La investigación se la realizó en la parroquia Nankais, conformada por las comunidades de Tsarunts, Pachkius, Wankius, Los Diamantes, Los Hachos, San Manuel, San Andrés y Naichap; al ser pequeña, su población proyectada para el año 2023 de acuerdo a los datos del INEC [17], es de 719 habitantes, de los cuales el 86%, son de nacionalidad shuar, y el 14% son mestizos.

En lo que respecta a la recolección de datos, esta investigación tiene un diseño Cualitativo con aplicación de la técnica de grupos focales, porque nos

permite mediante una entrevista grupal, conocer la opinión y percepción de la ciudadanía respecto a un servicio público y proponer estrategias de mejora.

Por ello definió el número de mesas de trabajo tomando en cuenta cada una de las comunidades

que conforman la parroquia Nankais, y el número de habitantes en cada una de ellas que se detallan en la siguiente tabla:

TABLA 6
Habitantes por parroquia

Comunidad	Número De Habitantes
Tsarunts	223
Pachkius	152
Wankius	127
Los Diamantes	56
Los Hachos	26
San Manuel	52
San Andrés	32
Naichap	51
TOTAL	719

Fuente: INEC 2023

De acuerdo con la Tabla 6 la distribución de habitantes en estas comunidades varía significativamente, desde Tsarunts con 223 habitantes hasta Los Hachos con solo 26. Esta variabilidad plantea retos y oportunidades en términos de servicios, infraestructura y desarrollo comunitario, enfatizando la necesidad de enfoques adaptados a cada realidad local para garantizar el bienestar y el progreso equitativo de cada población.

La aplicación de la técnica de grupos focales en las siete comunidades Tsarunts (Pachkius, Wankius, Los Diamantes, Los Hachos, San Manuel, San Andrés, Naichap) es fundamental para la investigación sobre las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en la parroquia rural Nankais, Cantón Nangaritzza, Provincia de Zamora Chinchipe

En el caso particular de nuestra investigación, la técnica de grupos focales permitió conseguir información sobre las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en las comunidades de la parroquia rural Nankais, tratando de comprender el porqué de sus opiniones y acciones. Se trabaja con la información que se expresa en los discursos y conversaciones de los grupos.

La Tabla 7 especifica la distribución equitativa de las encuestas entre los grupos focales, reflejando un enfoque metodológico consistente y equilibrado, permitiendo una representación uniforme de las perspectivas de cada comunidad en la evaluación general de los servicios de agua.

TABLA 7
Grupos Focales a los que se aplicaron las encuestas

Grupo Focal	Numero de encuestas aplicadas	Total de Encuestados	Frecuencia Relativa
Tsarunts	7	7	12,5%
Pachkius	7	7	12,5%
Wankius	7	7	12,5%
Los Diamantes	7	7	12,5%
Los Hachos	7	7	12,5%
San Manuel	7	7	12,5%
San Andrés	7	7	12,5%
Naichap	7	7	12,5%
Total	56	56	100%

Fuente: Participación de acuerdo con la planificación

En esta etapa de la investigación y luego de haber concluido con las entrevistas de los grupos focales, se procedió a realizar un análisis de las respuestas con respecto a las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en las comunidades de la parroquia rural Nankais, respuestas que tiene que ver directamente con la calidad del servicio, la satisfacción de la ciudadanía, y la ejecución de obras que se han realizado dentro de la parroquia con la finalidad de dotar a los hogares con el líquido vital. Posteriormente los datos obtenidos fueron tabulados y graficados con la herramienta de Excel. La investigación se centra en responder 2 preguntas claves, basadas en los objetivos de la misma. La primera interrogante es: ¿Cuál es la cobertura pública, las condiciones y la satisfacción del servicio de agua en la parroquia rural Nankais?; en tanto que la segunda pregunta es: ¿Cuáles son las mejores estrategias de política pública que se pueden plantear para promover un servicio de

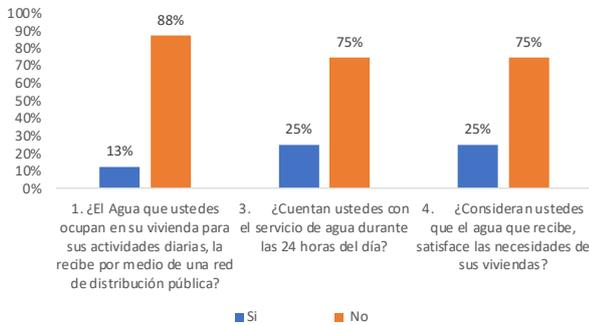
agua adecuado para las comunidades de la parroquia Nankais? Con ello se pretende comprender la situación actual de la parroquia Nankias y a la vez conocer la percepción de los habitantes ante este problema cuya solución erradica dentro de la política pública.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de las encuestas en las comunidades de Nankais revelan una falta significativa de acceso directo a una red pública de distribución de agua potable solo el 13% de los encuestados reciben agua a través de esta red. Además, solo el 25% tiene un suministro de agua las 24 horas, mientras que el 75% considera que las necesidades de sus viviendas no son satisfechas por el servicio de agua que reciben. Así nos lo muestra la figura 1.

FIGURA 1.

Disponibilidad y satisfacción con el servicio de agua



Fuente: Tomado de las preguntas 1, 3 y 5 de la encuesta aplicada.

Los datos obtenidos a través de encuestas y grupos focales han mostrado una insatisfacción generalizada entre los usuarios. Sorprendentemente, un 88% de los participantes afirmó no tener acceso a una red de distribución pública y un 75% reportó recibir agua cruda y no tratada. Esta situación resalta la urgencia de intervenciones dirigidas a mejorar tanto la calidad como la disponibilidad del agua en la parroquia.

En este sentido, el BID [18] resalta problemas significativos en la calidad y disponibilidad de agua potable en zonas rurales de Ecuador, enfatizando desafíos como infraestructura inadecuada y la necesidad de intervenciones para mejorar el acceso y la calidad del agua, coincidiendo con investigaciones en las comunidades de Nankais. Paralelamente, el estudio de la CAF [19] subraya la importancia de la calidad del agua para la salud pública, pero nota la falta de recursos financieros y humanos en su manejo, especialmente en países en desarrollo, reafirmando hallazgos en Nankais sobre la necesidad de más inversión en infraestructura para agua potable en comunidades rurales.

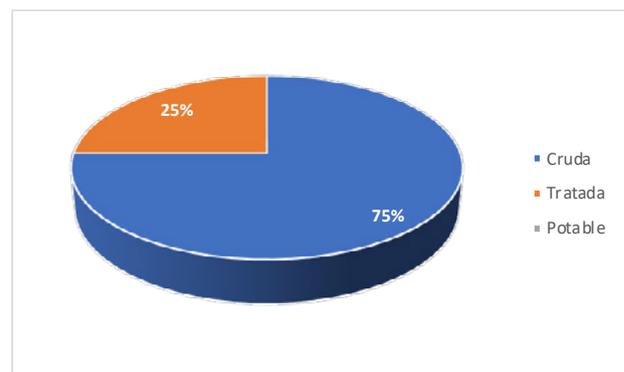
Los resultados de la investigación en la parroquia rural Nankias, orientada a analizar las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable, han revelado una problemática significativa: la falta de acceso directo a una red pública de distribución de agua. Este hallazgo es preocupante,

considerando que el agua es un recurso vital para el desarrollo y bienestar de cualquier comunidad.

Es alarmante determinar que el 75% de los encuestados en la parroquia Nankais recibe agua cruda no tratada para realizar las tareas de sus hogares y para su consumo diario; en tanto que el 25% recibe agua tratada, pero no potable. Esto se ilustra en la figura 2.

FIGURA 2

Tipo de agua recibida en vivienda

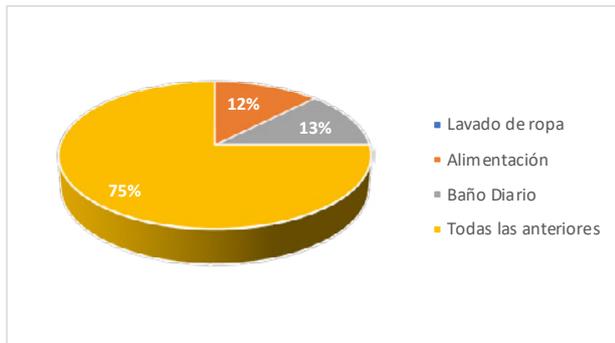


Fuente: Pregunta 2 de la encuesta.

Esta realidad en Nankias no es única, como lo demuestran estudios similares en otras áreas rurales. Por ejemplo, el estudio del BID [18] sobre agua en áreas rurales enfatiza la importancia de la visión comunitaria en la gestión del agua, mientras que la investigación de Cuenca et al. [20] en Orellana, Ecuador, resalta la percepción social de la calidad y el servicio del agua potable. Ambos estudios coinciden en sus conclusiones con los hallazgos de nuestra investigación, subrayando la relevancia de la perspectiva y la satisfacción comunitaria en la gestión de los recursos hídricos.

En la figura 3, se analiza el uso del agua en las viviendas. Los encuestados en un 75% refiere que el agua que recibe en sus hogares a pesar de sus bajos estándares de calidad, la utilizan en todas las actividades diarias, lo que les significa incluso algunos problemas de salud. La siguiente figura muestra las actividades en las que los ciudadanos ocupan el agua que reciben en sus hogares.

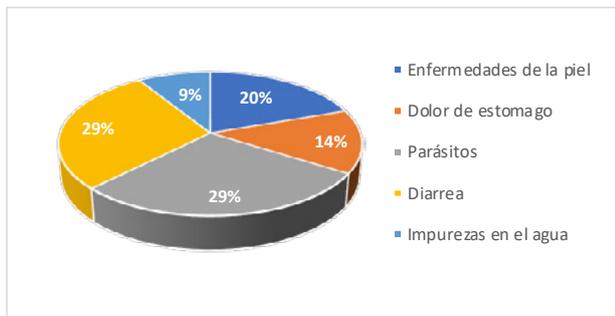
FIGURA 3.
Usos del agua en las viviendas



Fuente: Pregunta 5 de la encuesta.

Al utilizar el agua no potable para todas las actividades diarias, los habitantes de la parroquia Nankais refieren algunos problemas de salud, siendo los más comunes la parasitosis 29% y diarrea 29%, problemas que pueden ser evitados mediante la implementación de un adecuado sistema de agua potable.

FIGURA 4
Problemas por el uso del agua



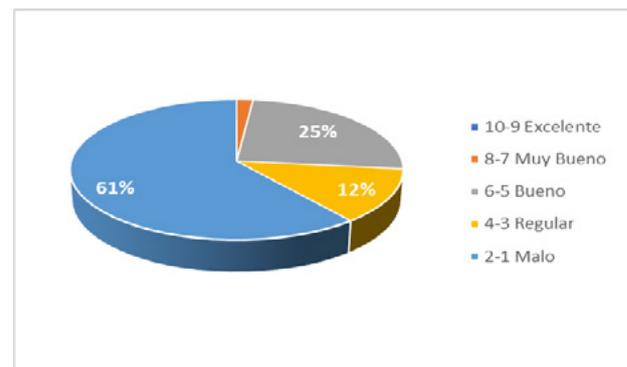
Fuente: Pregunta 8 de la encuesta

En este contexto, los estudios realizados por Pérez y García [21], Rodríguez y Romero [22] y López y Gómez [23] demuestran que el acceso a agua potable tiene un impacto positivo en la calidad de vida de las comunidades rurales de Ecuador. Estas investigaciones evidencian mejoras en la salud, la educación y la participación económica en las comunidades con acceso a agua potable, así como una reducción en la incidencia de enfermedades diarreicas.

Sin embargo, el abastecimiento de agua potable en el sector rural de Ecuador sigue siendo una preocupación, con solo el 39% de la población rural teniendo acceso a agua potable y un 61% dependiendo de fuentes de agua no seguras. La dispersión poblacional, la topografía accidentada y la pobreza son factores que limitan este acceso en áreas rurales.

Así mismo, la entidad que brinda el servicio debe tomar en cuenta que el 61% de la población de Nankais, considera que el servicio de agua que reciben es malo, y en base a esto, plantearse nuevos proyectos de mejora que permitan elevar la satisfacción en los usuarios.

FIGURA 5.
Nivel de satisfacción con el servicio de agua

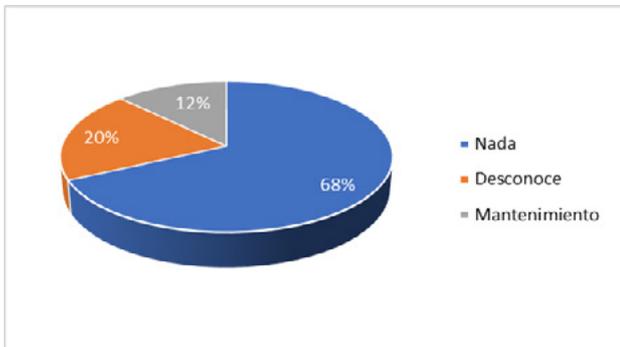


Fuente: Pregunta 7 de la encuesta

Otro de los resultados que sorprenden, es conocer que el 68% de los encuestados consideran que el GAD del cantón Nangaritza, no ha realizado ninguna actividad o ejecutado ningún proyecto que mejore las condiciones del servicio de agua, y, por ende, las condiciones de vida de los habitantes de la parroquia Nankais; esto se evidencia en la siguiente figura:

FIGURA 6.

Actividades que ha realizado el municipio



Fuente: Pregunta 6 de la encuesta

La participación comunitaria es fundamental en la toma de decisiones y en la implementación de soluciones relacionadas con el acceso al agua potable. Esta perspectiva se alinea con la teoría del desarrollo comunitario, que enfatiza la importancia de involucrar a los miembros de la comunidad en la identificación de sus necesidades y en la implementación de soluciones sostenibles. Además, la gestión integrada del agua, como se refleja en el Plan Nacional del Agua de Ecuador, aboga por una coordinación y gestión eficiente de los recursos hídricos para asegurar un acceso equitativo al agua potable.

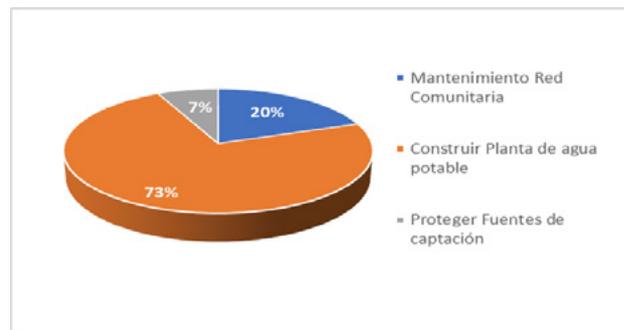
La calidad del agua también es un aspecto crítico, especialmente en relación con la salud humana. Es esencial garantizar que el agua potable cumpla con los estándares de calidad para prevenir enfermedades relacionadas con el agua. Esta necesidad se ve reforzada por el hecho de que, a pesar de las políticas existentes, aún persisten desafíos en la prestación de servicios de agua potable, especialmente en comunidades rurales e indígenas de Ecuador. Los problemas de infraestructura de distribución, sostenibilidad y mantenimiento, acceso equitativo y la implementación efectiva de la legislación y regulación existente son barreras que requieren atención urgente.

En cuanto a las recomendaciones de los ciudadanos de Nankais, el 73% aboga por construir una planta de agua potable, mientras que el 20% sugiere

mantener la red comunitaria existente. Estos resultados subrayan la urgencia de intervenciones para mejorar tanto la calidad como la disponibilidad del agua en estas comunidades, resaltando desafíos significativos en el suministro de agua potable.

FIGURA 7

Recomendaciones de la comunidad



Fuente: Pregunta 9 de la encuesta.

Los resultados de las encuestas indican claramente la necesidad de construir una planta de agua potable que brinde agua tratada y segura, mantener la red comunitaria existente y proteger las fuentes de captación para garantizar un suministro sostenible. La baja calificación del servicio de agua por parte de los usuarios, donde el 61% lo calificó como malo, resalta aún más la necesidad de estas intervenciones.

A nivel nacional, el gobierno ecuatoriano ha implementado diversas políticas y programas, como el Plan Nacional del Agua y el Programa Nacional de Agua y Saneamiento para Todos, enfocados en mejorar el acceso al agua potable y al saneamiento básico. Estos esfuerzos se centran en la gestión integrada del agua, la protección de los recursos hídricos y la mejora de la infraestructura hídrica y de saneamiento. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, aún queda un largo camino por recorrer para garantizar el acceso universal a agua potable, especialmente en comunidades rurales como Nankais.

Además, los desafíos ambientales, como la contaminación de ríos y cuerpos de agua, la disminución

de caudales superficiales, la sobreexplotación de acuíferos y la pérdida de glaciares, complican aún más la situación. Estos problemas ambientales no solo afectan la disponibilidad de agua potable sino también el desarrollo sostenible del país.

Ante estos retos, es crucial considerar enfoques como la participación comunitaria en la toma de decisiones y la implementación de soluciones, la gestión integrada del agua y la importancia de la calidad del agua en relación con la salud humana. Estos enfoques proporcionan un marco para abordar los desafíos de manera integral y sostenible.

Para abordar estos desafíos, se proponen varias estrategias de política pública, que incluyen la gestión efectiva ante los organismos correspondientes para la implementación de una planta de agua potable, fomentar la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones, realizar campañas educativas para promover prácticas seguras de agua y saneamiento, buscar apoyo financiero y establecer un proceso de evaluación continua. Estas estrategias están diseñadas para garantizar un servicio de agua adecuado que se ajuste a las necesidades específicas de la comunidad de Nankias.

A nivel internacional, es relevante comparar la situación de Ecuador con otros países o regiones que enfrentan desafíos similares en el acceso al agua potable. Algunos países han implementado políticas exitosas que podrían servir como modelo para Ecuador. Por ejemplo, intervenciones públicas en otros países han demostrado ser capaces de aumentar el acceso a agua potable y mejorar su calidad. Estas experiencias internacionales ofrecen perspectivas valiosas que podrían adaptarse al contexto de las comunidades rurales ecuatorianas.

En conclusión, los resultados obtenidos en la investigación de Nankias no solo identifican los problemas, sino que también señalan directamente las soluciones necesarias. Al alinear las estrategias propuestas con las condiciones y necesidades reales de las comunidades, estas intervenciones tienen el potencial de mejorar significativamente la situación

del suministro de agua potable en la parroquia rural Nankias. Estos resultados son fundamentales para guiar futuras políticas públicas que se enfoquen en mejorar el acceso y la calidad del agua en estas comunidades, asegurando así su desarrollo y bienestar.

CONCLUSIONES

En relación de analizar las estrategias de intervención pública en la prestación de servicios de agua potable en las comunidades de la parroquia rural Nankias, cantón Nangaritzza, provincia de Zamora Chinchipe, los hallazgos revelaron existe una problemática central, que es la significativa falta de acceso directo a una red pública de distribución de agua. Los resultados determinan que la cobertura pública y la satisfacción del servicio de agua en la parroquia rural Nankias, está determinado por una insatisfacción generalizada entre los usuarios, el 88% de los encuestados afirmó no recibir agua a través de una red de distribución pública, y el 75% indicó que el agua recibida en sus hogares es cruda y no tratada. Podemos inferir que plantear estrategias de política pública para promover un servicio de agua adecuado en la parroquia Nankias, es una evidente la necesidad de construir una planta de agua potable para proporcionar agua tratada a las comunidades. Además, la participación de la comunidad es fundamental para el éxito de cualquier intervención. Al involucrar a los residentes en la planificación y gestión de los servicios de agua potable, se fomenta un sentido de responsabilidad compartida, lo que puede mejorar significativamente la eficacia y sostenibilidad de las soluciones implementadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Zambrano-Arias, N. (2001). *Solución básica para abastecimiento de agua potable para los sectores rurales, caso de Limones, provincia de Esmeraldas* (Master's thesis, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador).
- [2] Sarmiento Cárdenas, Z. M., & Sanchez Correa, J. A. (2017). Análisis de la cobertura en el sector rural de agua potable y saneamiento básico en países de estudio de América Latina. Utilizando cifras oficiales de la CEPAL.
- [3] Fondo de Cooperación para el Agua y Saneamiento, (FCAS). (2017). *El Fondo Del Agua En Ecuador*. FCAS.
- [4] Fundación Aequae. (12 de 8 de 2023). <https://www.fundacionaquae.org>. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/agua-y-conocimiento-para-mejorar-la-calidad-de-vida/amp/>
- [5] IAGUA. (12 de 08 de 2018). <https://www.iagua.es>. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/epmaps-agua-quito/quito-lidera-cumplimiento-ods-cobertura-y-calidad-agua-potable>
- [6] Arroyo, M., & García, J. (2022). Proceso de descentralización y el sector agua potable y saneamiento. *Internacional de administración*, V(5), 15. <https://doi.org/https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/3450/3540>
- [7] IAGUA (2023). *Qué es el Agua*. Obtenida de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>
- [8] ALCORA (2023). *Agua Potable y Agua Tratada*. Obtenida de <https://acortar.link/GksEXm>
- [9] OPS. (2020). *Acceso al agua potable y saneamiento en las comunidades indígenas de Ecuador*. Informe de la Organización Panamericana de la Salud.
- [10] Sustainable Development Goals Fund (SDGF). (22 de 04 de 2018). <https://www.sdgfund.org>. Obtenido de <https://www.sdgfund.org/es/estudio-de-caso/la-gobernabilidad-del-agua-en-ecuador>
- [11] Cardona-Arias, J. A., & Higuera-Gutiérrez, L. F. (2014). Aplicaciones de un instrumento diseñado por la OMS para la evaluación de la calidad de vida. *Revista Cubana de Salud Pública*, 40, 175-189.
- [12] World Bank. (2013). *Informe Anual 2013 del Banco Mundial*.
- [13] Sánchez, N (2011). *El Modelo de Gestión y su incidencia en la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la municipalidad de Tena*. Obtenida de <https://acortar.link/1LU97e>
- [14] Paca, J (2021). *Calidad del servicio de agua potable en las comunidades rurales de la provincia de Chimborazo*. Obtenida de <https://acortar.link/Sfg3Md>
- [15] Rivadeneira, V (2012). *Cantidad de Agua Potable de la red de distribución y su incidencia en la satisfacción de los usuarios de la ciudad de Palora, Cantón Palora, provincia de Morona Santiago*. Obtenida de <https://acortar.link/OVwmWj>
- [16] Zambrano, N (2001). *Solución básica para abastecimiento de agua potable para los sectores rurales, caso Limones, provincia de Esmeraldas*. Obtenida de <https://acortar.link/LVU6NU>
- [17] Instituto Nacional De Estadística Y Censos (2023). *Indicadores ODS de agua, saneamiento e higiene en Ecuador*. Obtenida de <https://acortar.link/VI0Lpq>
- [18] B.I.D. (15 de 11 de 2019). <http://www.rniu.buap.mx>. Obtenido de <http://www.rniu.buap.mx/infoRNIU/nov19/4/practicas-y-saberes-en-la-gestion-comunitaria-del-agua-para-consumo-humano-en-zonas-rurales-de-ecuador.pdf>
- [19] Corporación Andina de Fomento (CAF). (2020). *PROGRAMA MÁS INVERSIÓN PARA EL AGUA MIAGUA*. Obtenido de: https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1641/Programa_Ma%cc%81s_Inversio%cc%81n_

[para_el_Agua_MIAGUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

- [20] Cuenca, J., Gallardo, K., & Dominguez, I. (2021). Percepción social de la calidad y servicio. *Green Word Journal*, 25(2), 15. <https://doi.org/https://www.greenworldjournal.com/doi-v4-n1-001-gwj-2021>
- [21] Pérez, M., & García, J. (2023). Impacto del acceso a agua potable en la calidad de vida de las comunidades rurales de Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 05(2), 15.
- [22] Rodríguez, C., & Romero, D. (2021). Calidad de vida en comunidades rurales con acceso a agua potable en Ecuador. *Revista de Desarrollo Rural*, 18(2), 115-132.
- [23] López, A., & Gómez, B. (2022). Acceso a agua potable y reducción de enfermedades diarreicas en comunidades rurales de Ecuador. *Revista de Salud Pública*, 34(4), 678-687.

Recibido: 20/12/2023
Aprobado: 08/01/2024

Análisis de la Carretera E-35 del Cantón Azogues

Analysis of the E-35 Road in the Azogues Canton



Karen-Andrea Suña-Anguisaca
Universidad Católica de Cuenca

Jonathan-Patricio Espinoza-Gonzales
Universidad Católica de Cuenca

Diego-Andrés Lopez-Chabla
Universidad Católica de Cuenca

Luis-Enrique Bernal-Rodriguez
Universidad Católica de Cuenca



<https://www.doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1482>

Resumen

La evaluación del comportamiento de la vía Panamericana Norte en Azogues, Ecuador, mediante el método PCI (Índice de Condición del Pavimento). Se examinan investigaciones anteriores que utilizaron este método para evaluar carreteras en distintas zonas de Ecuador, resaltando las variaciones en

el estado de las vías debido al tráfico pesado y al transporte público. El propósito principal es analizar de manera precisa la condición del pavimento en la vía Panamericana Norte en Azogues a través del método PCI como herramienta de evaluación. El PCI se destaca por su importancia al detectar

áreas críticas de deterioro en pavimentos flexibles, como grietas, hundimientos y parches. Su estrecha correlación con la seguridad vial resalta la urgencia de adoptar medidas correctivas y realizar un mantenimiento adecuado. El estudio presenta las fases esenciales del PCI, desde la revisión visual hasta el cálculo del índice de condición, subrayando su relevancia en la determinación de estrategias de mantenimiento, la óptima asignación de recursos y la planificación de futuras intervenciones.

Palabras claves: Pavimento, PCI, deterioro vial, pavimentos flexibles.

Abstrac

The evaluation of the performance of the Panamericana Norte road in Azogues, Ecuador, using the PCI (Pavement Condition Index) method. Previous research using this method to evaluate roads in different areas of Ecuador is examined, highlighting variations in road condition due to heavy traffic and public transport. The main purpose is to accurately analyse the condition of the pavement on the Panamericana Norte road in Azogues using the PCI method as an assessment tool. The PCI stands out for its importance in detecting critical areas of deterioration in flexible pavements, such as cracks, subsidence and patches. Its close correlation with road safety highlights the urgency of corrective action and proper maintenance. The study presents the essential phases of the PCI, from visual inspection to the calculation of the condition index, highlighting its relevance in determining maintenance strategies, optimal resource allocation and planning future interventions.

Key words: Pavement, PCI, road deterioration, flexible pavements.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la ingeniería de carreteras y el mantenimiento de la infraestructura vial, la evaluación precisa del estado de los pavimentos flexibles es un aspecto crítico. La vía Panamericana Norte, que atraviesa la ciudad de Azogues en Ecuador, no es una excepción a esta necesidad. Los pavimentos flexibles de esta carretera se ven sometidos a un constante desgaste, que se origina principalmente en las condiciones climáticas cambiantes y la carga de tráfico pesado que soportan. Para abordar este desafío de manera sistemática y científica, el PCI (Índice de Condición del Pavimento) es una herramienta esencial [1].

El PCI es un enfoque riguroso y cuantitativo que se fundamenta en una evaluación minuciosa de múltiples variables asociadas con la condición del pavimento, como su rugosidad, presencia de fisuras, deformaciones y deterioro superficial. Respaldada por un sólido fundamento teórico, esta metodología posibilita una medición precisa del estado de la carretera, abarcando su resistencia estructural y su capacidad de funcionamiento [2].

Según el estudio realizado por Leguía y Pacheco [3], se llevó a cabo un análisis de los pavimentos flexibles en las vías Miguel Grau, Colón y Cincuentenario utilizando el método Pavement Condition Index (PCI), reconocido a nivel internacional por su evaluación exhaustiva del pavimento. Se descubrió que ninguna de las vías había sido evaluada previamente. Tras aplicar el PCI, se estableció que en la Av. Cincuentenario tenía un estado “Regular” con un PCI de 51.84 (Bueno), mientras que las Av. Colón y Miguel Grau mostraban un estado de conservación “Bueno” con un PCI de 59.29. Esta evaluación ofreció información crucial sobre la condición de estas vías.

Chávez A y Pañarreta L[4], analizaron 86 tramos de 50 metros en la Avenida Loja, Cuenca, Ecuador, vinculando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Encontraron que el 45% y 35% de los tramos mostraban un pavimento excelente, el 11% y 9% restante

presentaba condiciones aceptables y deficientes. La correlación entre PCI e IRI fue de -0.79, indicando que, al aumentar el PCI, el eIRI disminuye. Sugirieron usar Roadroid para calcular el eIRI y determinar el PCI del pavimento.

En su trabajo de grado de Prrales I [5], fue evaluar las razones detrás del deterioro de un pavimento flexible mediante el PCI. El objetivo era determinar el estado actual y mejorar las condiciones. Según la norma ASTM D6433, se evaluaron diferentes tipos de deterioro por metro cuadrado, categorizados por niveles de severidad (bajo, medio y alto). La vía en Ecuador mostró diversos deterioros, algunos severos, resultando en una condición final “Muy Mala”. Se resaltó la importancia de prevenir futuros fallos y mejorar la utilidad para la comunidad.

El Tránsito de Pasos de Ejes (TPDA) se posiciona como un factor crítico en la evaluación del efecto del tráfico vehicular en los pavimentos. Este concepto hace referencia a la medición de la carga que los vehículos aplican al pasar sobre una sección particular de la carretera. La repetida acción de los ejes de los vehículos sobre el pavimento genera fatiga y un deterioro gradual en la estructura de este. [6].

Este estudio tiene como objetivo examinar la condición del pavimento flexible de la vía Panamericana Norte en Azogues a través de la aplicación del método PCI, como herramienta precisa de evaluación. Se busca proporcionar una comprensión detallada de la resistencia estructural y la capacidad de servicio de la vía, considerando su papel crucial en la conectividad regional, el desarrollo económico y la seguridad vial.

El PCI, una herramienta extensamente empleada, se utiliza para evaluar pavimentos flexibles, incluyendo carreteras y caminos. Su enfoque se fundamenta en una serie de principios tanto teóricos como prácticos que abordan la evaluación del estado del pavimento, y contribuye a la planificación de su mantenimiento y restauración. A continuación, ofreceré un contexto teórico sobre el Método PCI. [7]:

- a **Definición de PCI:** El PCI es una medida objetiva que refleja el estado general de un pavimento.
- b **Evaluación Visual:** Aquí tienes una lista de los problemas que buscan los inspectores durante el análisis del Método PCI:
- **Piel de Cocodrilo:** es un patrón de grietas que se asemeja a la piel de un cocodrilo debido a su aspecto irregular y segmentado.
 - **Exudación:** La exudación se refiere a la liberación de aceite o alquitrán desde el pavimento, creando manchas aceitosas en la superficie. Esto puede ser un signo de problemas en la mezcla asfáltica.
 - **Fisuras en Bloque:** Son grietas que se forman en el pavimento, tienen aspecto cuadrado o rectangular y se deben a tensiones en la estructura del pavimento.
 - **Abultamientos y Hundimientos:** Los abultamientos son elevaciones en el pavimento, mientras que los hundimientos son depresiones. Ambos indican problemas de deformación en la capa de pavimento.
 - **Corrugación:** son ondulaciones en la superficie del pavimento, generalmente causadas por compactación deficiente del asfalto o problemas en la base del pavimento.
 - **Depresión:** son hundimientos en el pavimento que pueden señalar problemas en la base subyacente del mismo.
 - **Fisuras de Borde:** Estas fisuras se forman a lo largo del borde del pavimento, cerca del borde de la carretera.
 - **Fisuras de Reflexión de Junta:** Las fisuras de reflexión de junta son grietas que se originan en las uniones entre las secciones del pavimento y se propagan a lo largo de la superficie de éste.
 - **Desnivel Carril - Berma:** Las descargas son diferencias en la elevación entre el carril de tráfico y la berma, el área adyacente al carril.
 - **Fisuras Longitudinales y Transversales:** Pueden ser fisuras que se extienden a lo largo o a través del pavimento, afectando su integridad estructural.
- **Parches y Parches de Cortes Utilitarios:** Los parches representan áreas reparadas en el pavimento, con los parches de cortes utilitarios específicamente creados tras excavaciones para servicios públicos.
 - **Agregado Pulido:** La desagregación se produce cuando hay pérdida de áridos en la superficie del pavimento, impactando su textura y adherencia.
 - **Baches:** Los baches son áreas donde el pavimento se ha deteriorado significativamente, creando hoyos en la superficie.
 - **Ahuellamiento:** Se refiere a la formación de depresiones o áreas hundidas en la superficie del pavimento.
 - **Desplazamientos:** Son áreas donde las capas del pavimento se han desplazado o movido de su posición original.
 - **Fisura Parabólica o por Deslizamiento:** Son fisuras que se asemejan a una forma parabólica y pueden ser causadas por deslizamiento en las capas del pavimento.
 - **Hinchamiento:** Indica áreas donde el pavimento se ha elevado debido a la expansión del suelo o problemas con la base.
 - **Peladura por Intemperismo y Desprendimiento de Agregados:** La desagregación es cuando el material del pavimento se desprende debido a la acción de los elementos o problemas de adherencia.
- c **Aspectos Para Evaluar:** El método se centra en una variedad de aspectos que incluyen, entre otros, la apariencia de la superficie (por ejemplo, “piel de cocodrilo”), fisuras, deformaciones, exudación, y otros indicadores de deterioro[8].
- d **Calificación de Deterioro:** Cada aspecto evaluado se califica en función de su gravedad. Por lo general, se utiliza una escala numérica para asignar una puntuación que refleja el nivel de deterioro, donde un valor más alto indica un deterioro más severo [11].

TABLA 1
CLASIFICACIÓN.

Severidad de las fallas.		
Baja	Low	L
Media	Medium	M
Alta	High	H

- **Baja o Low (L):** Vibraciones leves en el vehículo a la circular, causando algo de incomodidad, pero sin necesidad de reducir la velocidad.
 - **Medio o Medium (M):** Vibraciones significativas que requieren disminuir la velocidad para evitar molestias.
 - **Alto o High (H):** Vibraciones excesivas al transitar, obligando a reducir considerablemente la velocidad y causando gran incomodidad y daño al vehículo [12].
- e **Fórmula de Cálculo del PCI:** El PCI se obtiene mediante una fórmula que combina evaluaciones de diversos aspectos del pavimento. Esta fórmula puede variar según las directrices regionales o nacionales [9].

$$Pci=100-Máx VDC$$

Max VDC: máximo valor deducido corregido

- f **Rango de Valores PCI:** El PCI se representa en una escala del 0 al 100, donde 0 indica un pavimento en estado crítico y 100, uno en perfectas condiciones. Un PCI alto señala un pavimento en buen estado, mientras que uno bajo indica mal estado.



Ilustración 1. Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Escala de Graduación.

- g **Uso del PCI:** El PCI más bajo señala la necesidad urgente de reparaciones para mejorar el pavimento y la seguridad en la carretera[10].
- h **Planificación de Mantenimiento:** El PCI se utiliza para establecer prioridades en la planificación del mantenimiento de la red vial. Los pavimentos con PCI más bajos suelen recibir una atención más urgente [13].

MATERIALES Y/O MÉTODOS

Análisis de ubicación

El estudio de tráfico vial se lleva a cabo en la zona conocida como Javier Loyola (Chuquipata) en la vía Panamericana Norte. El análisis abarca desde el final del puente, marcado como la abscisa 0+000, hasta el límite del tramo en la Escuela Javier Loyola, marcado como la abscisa 3+200.

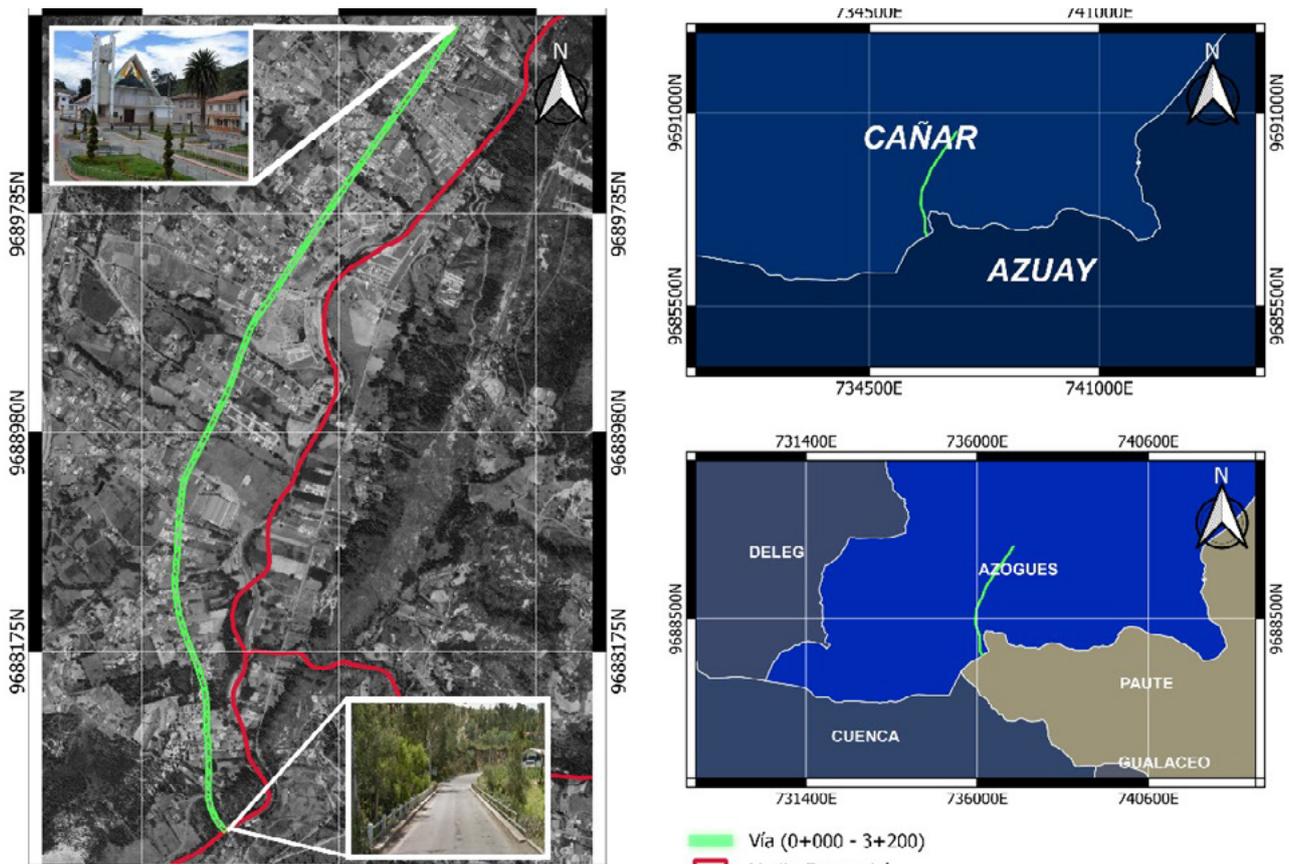


Ilustración 2. Ubicación del análisis vial.

Análisis del TPDA

Para obtener los parámetros de tráfico, se realizaron estos pasos:

- Se llevó a cabo un conteo volumétrico en la zona.
- Se calculó el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS).
- Se determinó el Factor semanal para convertir el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) a Mensual.
- Luego, se determinó el Factor mensual para convertir el Tráfico Promedio Diario Semanal a Anual.
- Se obtuvo el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y se proyectó hasta el año horizonte de estudio.

Los resultados del conteo vehicular se obtuvieron como parte del estudio previo en la zona de análisis y se detallan en la Tabla 2.

TABLA 2.
Conteo vehicular.

ESTUDIO VOLUMEN AUTOMÁTICO TOTAL							
HORA	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
00:00 - 00:59	51	54	13	12	12	16	26
01:00 - 01:59	21	42	7	5	3	8	20
02:00 - 02:59	21	35	6	1	5	8	11
03:00 - 03:59	16	21	6	9	6	5	4
04:00 - 04:59	25	26	21	16	13	15	12
05:00 - 05:59	53	33	49	50	50	55	48
06:00 - 06:59	132	106	231	249	271	270	236
07:00 - 07:59	223	169	408	403	399	416	383
08:00 - 08:59	293	256	307	300	293	281	298
09:00 - 09:59	319	306	240	262	298	229	263
10:00 - 10:59	394	337	253	262	275	243	289
11:00 - 11:59	338	328	270	272	222	218	263
12:00 - 12:59	365	433	288	296	315	284	311
13:00 - 13:59	326	354	289	294	301	305	275
14:00 - 14:59	331	351	284	313	295	302	321
15:00 - 15:59	297	350	250	270	276	301	320
16:00 - 16:59	290	336	305	290	264	272	323
17:00 - 17:59	314	324	346	369	388	368	376
18:00 - 18:59	273	323	277	306	355	337	331
19:00 - 19:59	278	259	248	212	224	217	322
20:00 - 20:59	246	212	181	167	163	106	233
21:00 - 21:59	161	130	107	107	136	146	167
22:00 - 22:59	98	70	75	76	80	95	110
23:00 - 23:59	57	25	19	17	40	38	67
TOTAL	4922	4880	4480	4558	4684	4535	5009
	33068						
TPDS	4724						

Análisis de PCI

El PCI implica inspeccionar visualmente la superficie del pavimento para detectar y evaluar defectos como grietas, baches y deformaciones que afectan su calidad y seguridad [15]:

- Inspección visual:** Un equipo de inspectores recorre el pavimento y registra todos los defectos y daños encontrados. Esto puede incluir la identificación de grietas, deformaciones, áreas erosionadas, baches y otros problemas [16].
- Clasificación de defectos:** Cada imperfección se categoriza según su gravedad y alcance, empleando escalas de evaluación preestablecidas para asignar un número que represente la condición de cada área del pavimento [11].
- Recopilación de datos:** Los datos recopilados durante la inspección se registran en una base de datos, que generalmente se utiliza en combinación con un software especializado para determinar el PCI [17].
- Cálculo del PCI:** El PCI se obtiene considerando la gravedad y extensión de los problemas en el pavimento, usando una fórmula que arroja un valor representativo de su condición general [10].
- Informe de resultados:** Se genera un informe que resume el estado del pavimento y presenta el valor del PCI [12].

RESULTADOS

TPDA

Volumen horario de máxima demanda

Los datos recopilados de Castillo [14], fueron analizados respecto a la hora pico de la zona que fue a las 5 hasta 6 de la tarde, en donde el volumen horario de diseño fue de 63 vehículos.

TABLA 3.
Volumen horario de diseño.

VOLUMEN HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA		
DÍAS	HORA	VHMD
SÁBADO	394	17:00 - 17:59
DOMINGO	433	12:00 - 12:59
LUNES	408	07:00 - 07:59
MARTES	403	07:00 - 07:59
MIÉRCOLES	399	07:00 - 07:59
JUEVES	416	07:00 - 07:59
VIERNES	383	07:00 - 07:59

Factor semanal

Se determinó el factor semanal al transformar el tráfico promedio diario a su equivalente semanal, utilizando la proporción del número de días en un mes respecto a los días contenidos en cuatro semanas, dividida por

el factor de proporcionalidad específico del mes en el que se realizó el conteo.

TABLA 4.
Factor semanal

CÁLCULO DEL FACTOR SEMANAL			
MES	DÍAS	#SEMANAS	FACTOR SEMANAL
ENERO	31	4,429	1,11
FEBRERO	28	4,000	1
MARZO	31	4,429	1,11
ABRIL	30	4,286	1,07
MAYO	31	4,429	1,11
JUNIO	30	4,286	1,07
JULIO	31	4,429	1,11
AGOSTO	31	4,429	1,11
SEPTIEMBRE	30	4,286	1,07
OCTUBRE	31	4,429	1,11
NOVIEMBRE	30	4,286	1,07
DICIEMBRE	31	4,429	1,11
		Fs=	1,07

Factor mensual

El factor mensual se calcula de forma similar al factor semanal, pero utilizando el consumo de combustible de la provincia de Cañar del año más reciente, que es 2021.

TABLA 5.
Factor mensual.

CÁLCULO DEL FACTOR MENSUAL						
MES	DIESEL	EXTRA	SUPER	TOTAL	Fm	SUMA
ENERO	1877803	1625405	152818	3656026,05	1,068	3656026
FEBRERO	2183030	1422703	172167	3777899,77	1,034	3777900
MARZO	1895799	1707562	157184	3760544,79	1,039	3760545
ABRIL	2036094	1577809	150557	3764460,13	1,038	3764460
MAYO	2090845	1681716	160591	3933152,21	0,993	3933152
JUNIO	1885369	1497209	144747	3527324,99	1,107	3527325
JULIO	2543823	1651847	146993	4342662,38	0,899	4342663
AGOSTO	2648662	1769062	181805	4599529,05	0,849	4599529
SEPTIEMBRE	2354063	1513274	149443	4016779,29	0,972	4016780
OCTUBRE	2140840	1359839	141954	3642632,86	1,072	3642633
NOVIEMBRE	2157119	1508354	145745	3811217,93	1,025	3811218
DICIEMBRE	2235316	1638045	162417	4035777,91	0,968	4035778
Total	2,6E+07	18.952.825	1866421	46868007		46868009
Consumo Promedio Mensual						3905667,417
Fm =						1,02

El TPDA podrá ser calculado mediante la fórmula siguiente:

$$\begin{aligned} \text{TPDA} &= \text{TPDS} * \text{fs} * \text{fm} \\ \text{TPDA} &= 4724 * 1.07 * 1.02 \end{aligned}$$

Con esto se puede determinar que el TPDA pertenece a **5156 vehículos**.

PCI

La sección de muestras (M) cubre 300 m² en la carretera Panamericana Norte. Se identificaron como problemas menos influyentes exudación, corrugación,

depresión, ahuellamiento, desplazamiento e hinchamiento. Las fallas más impactantes en el deterioro del pavimento son piel de cocodrilo, fisuras en bloque, hundimientos, fisuras de borde, fisuras longitudinales y transversales, parches, baches, desplazamientos y peladuras.

Tramo 1 (0 +000 – 0+050)



Ilustración 3.

Fisuras longitudinales y transversales.



Ilustración 4.

Bache.



Ilustración 5.

Piel de cocodrilo

TABLA 6.
Tramo 1 (0 +000 – 0+050)

HOJA DE REGISTRO				5 m					
Nombre de la vía:	Panamericana sur, Vía Descanso - Chuquipata			Sección:	1		Unidad de muestra:	M1	
Ejecutor:	Grupo 1			Fecha:	9/11/2023		Área (m ²):	300	
1. Piel de	6. Depresión (m2)	11. Parches y parches de cortes	16. Fisura parabolica o por						
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Agregado pulido (m2)	17. Hinchamiento (m2)						
3. Fisuras en	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Baches (und)	18. Peladura por intemperismo y						
4. Abultamientos y	9. Desnivel carril-bexma (m)	14. Ahuellamiento (m2)							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	15. Desplazamiento (m2)							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR
1 M 8	1,08						9,08	3,0%	32,6
10 M 3	2						5	1,7%	6,83
11 M 36							36	12,0%	48,72
13 L 1	1						2	0,7%	16,42
13 M 1	1						2	0,7%	27,21
13 H 1							1	0,3%	32,3
16 L 1,08							1,08	0,4%	0,82
18 L 36							36	12,0%	10,1
							TOTAL		175
Numero de valores	7								
Valor deducido mas	48,7								
Numero máximo de	6								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$									
CÁLCULO DEL VALOR DECUCIDO CORREGIDO									
No	Valores deducidos						VDI	α	VDC
1	48,7	32,6	32			27,21	16,42	10	167,35
2	48,7	32,6	32			27,21	16,42	2	159,25
3	48,7	32,6	32			27,21	2	2	144,83
4	48,7	32,6	32			2	2	2	119,62
5	48,7	32,6	2			2	2	2	89,32
6	48,7	2	2			2	2	2	58,72
								TOTAL	434
PCI				100-(MÁX VDC)					
PCI				18					

Del mismo modo se llevó a cabo el proceso para los tramos subsecuentes, dando lugar a los resultados

consiguientes, respecto a la Ilustración 1 se clasifica el PCI.

TABLA 7.
Resultados del PCI.

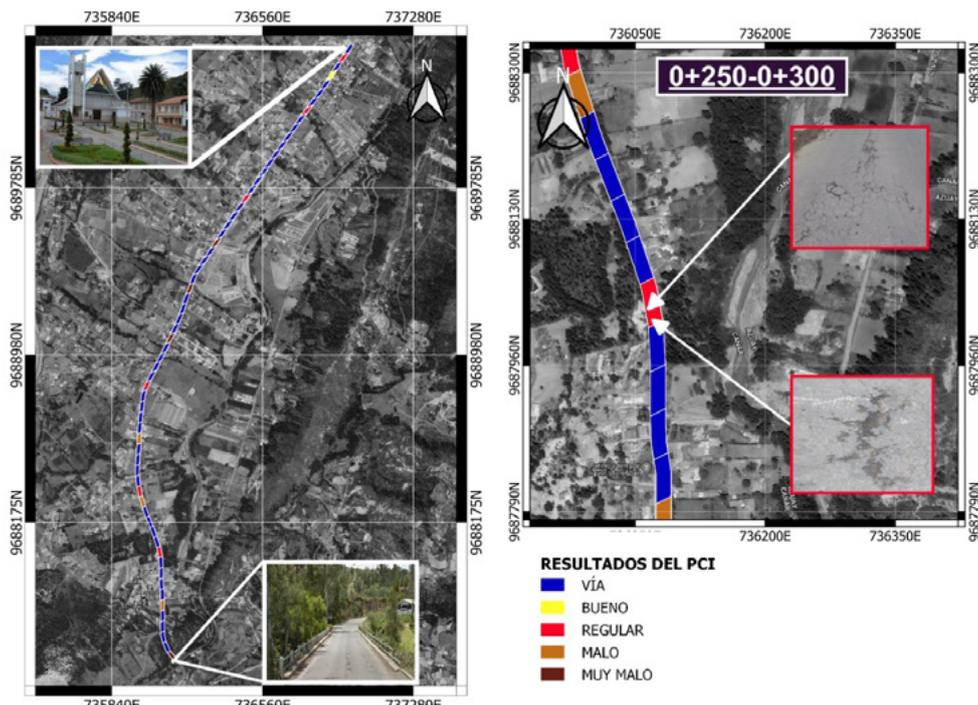
Muestra	Abscisa Inicial	Abscisa final	Área(m ²)	PCI	Descripción
1	0 +000	0+050	300	18	Muy malo
2	0 +250	0+300	300	32	Malo
3	0 +500	0+550	300	44	Regular
4	0 +750	0+800	300	36	Malo
5	0 +800	0+850	300	55	Regular
6	1 + 110	1+150	300	38	Malo
7	1 + 350	1+400	300	45	Regular
8	1 + 600	1+650	300	19	Muy malo
9	1 + 850	1+900	300	18	Muy malo
10	2 + 100	2+150	300	12	Muy malo
11	2 + 350	2+400	300	46	Regular
12	2 + 600	2+650	300	44	Regular
13	2 + 850	2+900	300	56	Bueno
14	3 + 100	3+150	300	54	Regular

Se emplea una representación cartográfica similar para exhibir la disposición espacial de la muestra, específicamente del tramo 2. De este modo, se visualiza la

distribución de todas las muestras con su respectivo análisis de PCI.

Ilustración 6.

Mapa de muestras del resultado de PCI.



DISCUSIÓN

El análisis se enfoca en evaluar los pavimentos flexibles de la Vía Panamericana Sur en Azogues, Ecuador, empleando PCI. Este método de evaluación cuantitativa tiene en cuenta variables como la rugosidad, la presencia de grietas y el desgaste superficial para evaluar la calidad del pavimento. En nuestro estudio, se identificaron tramos con diversos niveles de condición, desde muy malos hasta buenos.

Con relación al estudio realizado por el autor [10], se realizaron múltiples estudios en diversas áreas de Ecuador, como las avenidas Cincuentenario, Colón, Miguel Grau y Loja, utilizando el PCI para evaluar la condición de los pavimentos, estos estudios revelaron una variación en el estado de las vías, desde regular hasta muy malo dado que en la zona existe presencia de vehículos pesados.

Un aspecto significativo contrastado por el autor [18] la diferencia en el uso de la vía. En nuestro caso, se controlará un uso predominante de camiones pesados de 2 y 3 ejes debido a la presencia de minas en la zona. Además, se destacó la presencia de autobuses que transportan a estudiantes de la Universidad UNAE. Este contraste en el uso de la vía puede ser un factor clave que contribuye a las diferencias encontradas en la condición de los pavimentos, siendo esencial considerar la influencia del tráfico pesado y el tránsito de transporte público al evaluar y planificar mejoras en las carreteras.

CONCLUSIONES

El empleo del PCI en el análisis de la vía Panamericana Norte en Azogues ha resultado esencial para comprender a fondo la integridad estructural y la capacidad operativa de esta vía crucial. Este método ha permitido identificar con precisión áreas críticas de deterioro y puntos que requieren atención inmediata en términos de mantenimiento y rehabilitación.

Según el PCI, el pavimento muestra un estado deficiente debido al intenso tráfico, exigiendo medidas urgentes para garantizar la seguridad en esta ruta. Estos resultados subrayan la necesidad inmediata de estrategias de mantenimiento y corrección para preservar el pavimento y proteger a los usuarios de esta vía esencial.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Católica de Cuenca campus Azogues (2024-I) por prestar sus servicios en el ámbito para el desarrollo del ensayo PCI. Esta investigación motivó para conocer el estado de la vía E-35 del cantón Azogues. Se agradece su colaboración por los datos y resultados del laboratorio.

REFERENCIAS

- [1] O. Coy, "Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52a a 53c comparando los métodos vizir y pci," 2017.
- [2] M. Alexandra Correa Vásquez Luis Guillermo del Carpio Molero, "Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil," Universidad de Piura, Piura, 2019.
- [3] P. Leguía and H. Pacheco, "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-Lima)," 2016.
- [4] A. Chávez and L. Peñarreta, "Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento," Universidad de Cuenca, 2019.
- [5] I. Pachay, "Evaluación de la condición del pavimento flexible via de acceso a la parroquia la unión (0+000-0+966) aplicando el método PCI," Modelidad proyecto de investigación, Universidad estatal del sur de Manabí, 2017.
- [6] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, "Estudio de tráfico vehicular cálculo del TPDA actual y futuro," 2011.
- [7] E. Rodríguez, "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, Distrito de castilla," 2009.
- [8] G. Aquino and J. Torres, "Evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) para determinar el nivel de conservación de la carretera Interoceánica, Puno," Universidad César Vallejo, Lima, 2021.
- [9] B. Baque-Solis, "Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí," *Dominio de las ciencias*, vol. 6, pp. 203–228, 2020, doi: 10.23857/dc. v6i2.1163.
- [10] I. Pachay, "Evaluación de la condición del pavimento flexible vía de acceso a la parroquia la unión (0+000-0+966) aplicando el método PCI," 2017.
- [11] M. Sanchez, "Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Empleando La Metodología PCI En Un Tramo De La Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.," Lima, 2020.
- [12] D. Diaz, "Evaluación del estado superficial y capacidad estructural de pavimentos flexibles mediante el índice de condición del pavimento y deflectometría en calles y avenidas del cerredo del distrito de pimentel 2020," UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo, 2021.
- [13] M. Guerrero, "Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible mediante un análisis comparativo entre la metodología planteada por la normativa ecuatoriana NEVI 2012 y la metodología planteada por la normativa AASHTO.," 2017.
- [14] C. Castillo, "Diseños definitivos de la vía comprendida desde el ingreso Ayancay hasta la comunidad de San Alfonso," UNIVERSIDAD DE CUENCA, Cuenca, 2019.
- [15] C. Murga and R. Zerpa, "Determinación del estado de conservación Superficial del pavimento flexible aplicando los Métodos del Pci y vizir en la avenida costa rica y Prolongación César Vallejo, Trujillo," 2019.
- [16] C. Morocho, "Plan de intervención vial en base a la evaluación del PCI (Pavement Condition Index), caso de estudio Quinta Chica Baja, Cuenca-Ecuador," 2021.
- [17] L. Almeida, "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavimente condition index (pci) en la avenida 3 de julio del cantón el Carmen," 2021.
- [18] P. Leguía and H. Pacheco, "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement condition index (pci) en las vías

arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau
(huacho-huaura-Lima).” 2016.

Recibido: 20/12/2023

Aprobado: 08/01/2024



ISSN impreso: 2528-8024
ISSN electrónico: 2588-0888