

# **EPICENTRO**

Ciencia - Tecnología - Innovación

Análisis del impacto en la migración del cableado de cobre a fibra óptica en empresas comerciales.

**Grettel Vasquez**  
**Alanys Perez**  
**Winston Vega**

Automatización del soporte de la infraestructura tecnológica mediante chatbots en microempresas.

**Jason Jair Navarro Mclean**  
**Yasley Alexandra Vergara Quezada**

Comparación de las diferentes estrategias de conservación de áreas marinas y costeras.

**René Omar Rodríguez González**

Estudio de la calidad de agua en distintos puntos de muestreo en la comunidad de Peñas Chatas, Provincia de Herrera durante la temporada seca de 2025.

**Arquimedes Vega**  
**Daydamia Vega**  
**Víctor Mitre**

**Ecosistema  
Universitario  
para Formación  
de Capacidades.**

**i + D + i + e**

**Desarrollo**

# SOBRE LA REVISTA



## **Institución Editora:**

### **Presidente del Consejo General Universitario:**

Dra. Nixa Gnaegi de Ríos

**Rector:** Dr. Francisco Ugel

**Secretario General:** Mgtr. Rocío Kukler

**Vicerrector de Investigación:** Dr. Francisco Ugel

**Vicerrector Académico:** Mgtr. Fernando Cedeño

**Vicerrector Administrativo:** Mgtr. Amilcar Avilés

## **Comité Asesor:**

### **Dirección Ejecutiva:**

Dr. Francisco Ugel - [fugel@oteima.ac.pa](mailto:fugel@oteima.ac.pa)

### **Editor:**

Dr. Francisco Ugel - [fugel@oteima.ac.pa](mailto:fugel@oteima.ac.pa)

## **Consejo Editorial:**

### **Diseño y Diagramación:**

Claudia Ríos

[crios@oteima.ac.pa](mailto:crios@oteima.ac.pa)

Fatima Navarro

[redessociales@oteima.ac.pa](mailto:redessociales@oteima.ac.pa)

### **Casa Editora:**

Universidad Tecnológica OTEIMA

Dr. Wilmo Candanedo.

Universidad Tecnológica Oteima,  
Panamá.

Dra. Nohelí Gómez.

Universidad Lisandro Alvarado,  
Venezuela.

Rev. Pbro. Manning Suárez.

Universidad Tecnológica Oteima,  
Panamá.



### **Universidad Tecnológica Oteima**

David, Chiriquí República de Panamá.

Teléfonos: (507) 775-1285

Dirección postal: 042600057 David, Chiriquí.

Web: <https://repositorio.oteima.ac.pa>

Email: [revista.epicentro@oteima.ac.pa](mailto:revista.epicentro@oteima.ac.pa)

ISSN Versión Digital: L 2805-1971

ISSN Versión Impresa: 2805-198X

En el marco de un ecosistema de Investigación, Desarrollo, Innovación y Emprendimiento (I+D+I+E), el componente de Desarrollo (D) ocupa un lugar estratégico como puente entre la generación de conocimiento y su aplicación efectiva en contextos reales. Mientras la investigación produce nuevos saberes, es el desarrollo el que los transforma en prototipos, metodologías, procesos y soluciones funcionales, capaces de responder a las demandas del entorno social y productivo.

El desarrollo implica validación, adaptación y escalamiento de resultados científicos, favoreciendo su maduración tecnológica y su pertinencia práctica. En este sentido, fortalece la transferencia del conocimiento y reduce la brecha entre el laboratorio y la realidad, impulsando productos, servicios y modelos que generan impacto tangible y aporten soluciones a problemáticas reales. Asimismo, promueve el trabajo interdisciplinario y la colaboración entre academia, empresa y sector público, consolidando redes orientadas a cambios sociales, estructurales complejos.

Apostar por el componente D supone invertir en infraestructura, talento humano y marcos institucionales que faciliten la experimentación aplicada y la gestión de proyectos con enfoque en resultados. Más que una fase intermedia, el desarrollo se erige como el motor que convierte el conocimiento en un valor concreto del impacto de la ciencia en la sociedad.

Francisco A. Ugel Garrido, EdD - Editor.



# CONTENIDO

Sobre la revista.....	1
Editorial.....	2
Análisis del impacto en la migración del cableado de cobre a fibra óptica en empresas comerciales.....	4
<b>Grettel Vasquez, Alanys Perez, Winston Vega.</b>	
Automatización del soporte de la infraestructura tecnológica mediante chatbots en microempresas .....	19
<b>Jason Jair Navarro Mclean, Yasley Alexandra Vergara Quezada.</b>	
Comparación de las diferentes estrategias de conservación de áreas marinas y costeras.....	31
<b>René Omar Rodríguez González.</b>	
Estudio de la calidad de agua en distintos puntos de muestreo en la comunidad de Peñas Chatas, Provincia de Herrera, durante la temporada seca de 2025.....	41
<b>Arquimedes Vega, Daydamia Vega, Víctor Mitre.</b>	
Normas editoriales e instrucciones para autores.....	56



# Análisis del Impacto en la Migración del Cableado de Cobre a Fibra Óptica en Empresas Comerciales

Grettel Vasquez  
Universidad Tecnológica Oteima  
grettel.vasquez@oteima.ac.pa  
ORCID N° 0009-0004-5541-7759

**DOI: 10.61209/re.v4i2.164**

Recibido: 05/2025

Aceptado: 10/2025

Alanys Perez  
Universidad Tecnológica Oteima  
alanys.perez@oteima.ac.pa  
ORCID N° 0009-0008-7964-9115

Winston Vega  
Universidad Tecnológica Oteima  
winston.vega@oteima.ac.pa  
ORCID N° 0009-0009-4890-8935

## Resumen

La migración de cableado de cobre a fibra óptica fue identificada como esencial para satisfacer las demandas de conectividad de alta velocidad en un mercado digitalizado, ya que esta tecnología ofreció mejoras significativas en velocidad, estabilidad, seguridad y eficiencia operativa. Este artículo analizó, a través de una revisión narrativa, el impacto de esta transición, destacando que la fibra óptica superó ampliamente al cobre, alcanzando velocidades de hasta 2.4 Gbps, con menores averías, mayor durabilidad en condiciones adversas y una reducción considerable de costos a largo plazo. No obstante, se identificaron vacíos sobre su impacto en pequeñas y medianas empresas, lo que abrió oportunidades para futuras investigaciones. Se concluyó que la fibra óptica fue una tecnología clave para optimizar procesos y mejorar la competitividad empresarial en un entorno dinámico.

**Palabras clave:** migración de red, fibra óptica, cableado de cobre, conectividad, tecnología comercial, eficiencia operativa.

## Abstract

The migration from copper cabling to fiber optics was identified as essential to meet the demands for high-speed connectivity in a digitalized market, as this technology offered significant improvements in speed, stability, security, and operational efficiency. This article analyzed, through a narrative review, the impact of this transition, highlighting that fiber optics significantly outperformed copper by achieving speeds of up to 2.4 Gbps, with fewer failures, greater durability under adverse conditions, and a considerable reduction in long-term costs. However, gaps were identified regarding its impact on small and medium-sized enterprises, which opened opportunities for future research.

It was concluded that fiber optics was a key technology to optimize processes and enhance business competitiveness in a dynamic environment.

**Keywords:** network migration, fiber optics, copper cabling, connectivity, commercial, technology, operational efficiency.

## Introducción

En un mercado cada vez más digitalizado, las empresas comerciales necesitan conectividad a internet de alta velocidad para mantenerse competitivas y responder a las demandas de un entorno dinámico. Según Dávalos Parra (2021):

En la actualidad la necesidad de las empresas de estar conectadas a internet de alta velocidad y enlazarse con otras sedes de estas, ha llevado a los operadores que brindan este servicio a satisfacer dichas necesidades a través de la fibra óptica. (p. 10)

En el mundo empresarial, marcado por los constantes avances tecnológicos y las transformaciones digitales, la modernización de las infraestructuras de red se ha convertido en un elemento clave para garantizar el éxito y la competitividad de las empresas comerciales. La conectividad ha sido una necesidad a nivel mundial con el propósito de lograr conectar al mundo y estandarizar miles de procesos, permitiendo que estos sean procesados con mayor rapidez (Chamba Monar & Moreno Jiménez, 2021). La competitividad de las empresas en entornos de mercado dinámicos radica en su habilidad para incorporar tecnologías que optimicen procesos y aseguren una conectividad eficiente y confiable.

En este panorama, el cableado de cobre, si bien ha sido un pilar en la infraestructura tecnológica tradicional, ha quedado obsoleto frente a las crecientes demandas de transmisión de datos. Esta limitación no solo reduce el rendimiento operativo, sino que también afecta la experiencia del cliente, evidenciando la necesidad de adoptar soluciones tecnológicas más avanzadas y acordes a los retos actuales.

La migración a fibra óptica representa una solución innovadora que aborda las limitaciones inherentes al cableado de cobre. Estudios recientes, como el de Barahona Domínguez (2024), destacan que la implementación de fibra óptica no solo mejora la velocidad y estabilidad de las redes, sino que también optimiza procesos internos y reduce costos operativos a largo plazo.

Este artículo de revisión explora el impacto de la transición de cableado de cobre a fibra óptica en infraestructuras comerciales, analizando sus beneficios en términos de velocidad, estabilidad, seguridad y eficiencia operativa. Tomando como referencia la metodología PRISMA, aunque no aplicada de forma completa, la revisión se limitó a estudios publicados entre 2016 y 2024. A través de una revisión narrativa de estudios, se busca proporcionar una visión integral de las implicaciones tecnológicas y estratégicas de esta migración, contribuyendo al debate sobre la modernización de redes en el sector comercial.

## Materiales y métodos

En esta revisión se utilizaron las siguientes herramientas y recursos, descritos en la Tabla 1, con el propósito de recopilar y analizar la literatura.

**Tabla 1.** Materiales y Recursos Utilizados

Material	Descripción
<b>Computadora</b>	Herramienta principal para la recopilación y análisis de datos.
<b>Bases de Datos Académicas</b>	Google Scholar, Elsevier - Mendeley, La Referencia, Repositorio Latinoamericano.
<b>Software Procesador de Texto</b>	Microsoft Word, Google Docs, Google Sheets.
<b>Software de Gestión Bibliográfica</b>	Mendeley (para la organización y citación de referencias)
<b>Descriptores y Operadores Booleanos</b>	Palabras clave combinadas con operadores para optimizar la búsqueda.
<b>Metodología PRISMA</b>	Para la selección y evaluación de la literatura.

La recopilación de información se llevó a cabo en diciembre de 2024, considerando ciertos parámetros de PRISMA para guiar la selección de literatura, con el objetivo de analizar el Impacto en la Migración del Cableado de Cobre a Fibra Óptica en Empresas Comerciales. Durante el proceso de búsqueda, se establecieron criterios para incluir o excluir estudios, los cuales se detallan en la Tabla 2



**Tabla 2.** Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos y tesis publicados entre 2016 y 2024.	Estudios publicados antes de 2016.
Documentos con una extensión de 4 o más páginas.	Documentos que tengan menos de 4 páginas.
Estudios disponibles en idioma español o inglés.	Estudios en otros idiomas distintos al español o inglés.
Investigaciones sobre la migración de cableado cobre a fibra óptica.	Estudios que no aborden la migración de cableado de cobre a fibra óptica.
Documentos de acceso completo	Documentos de acceso restringido.

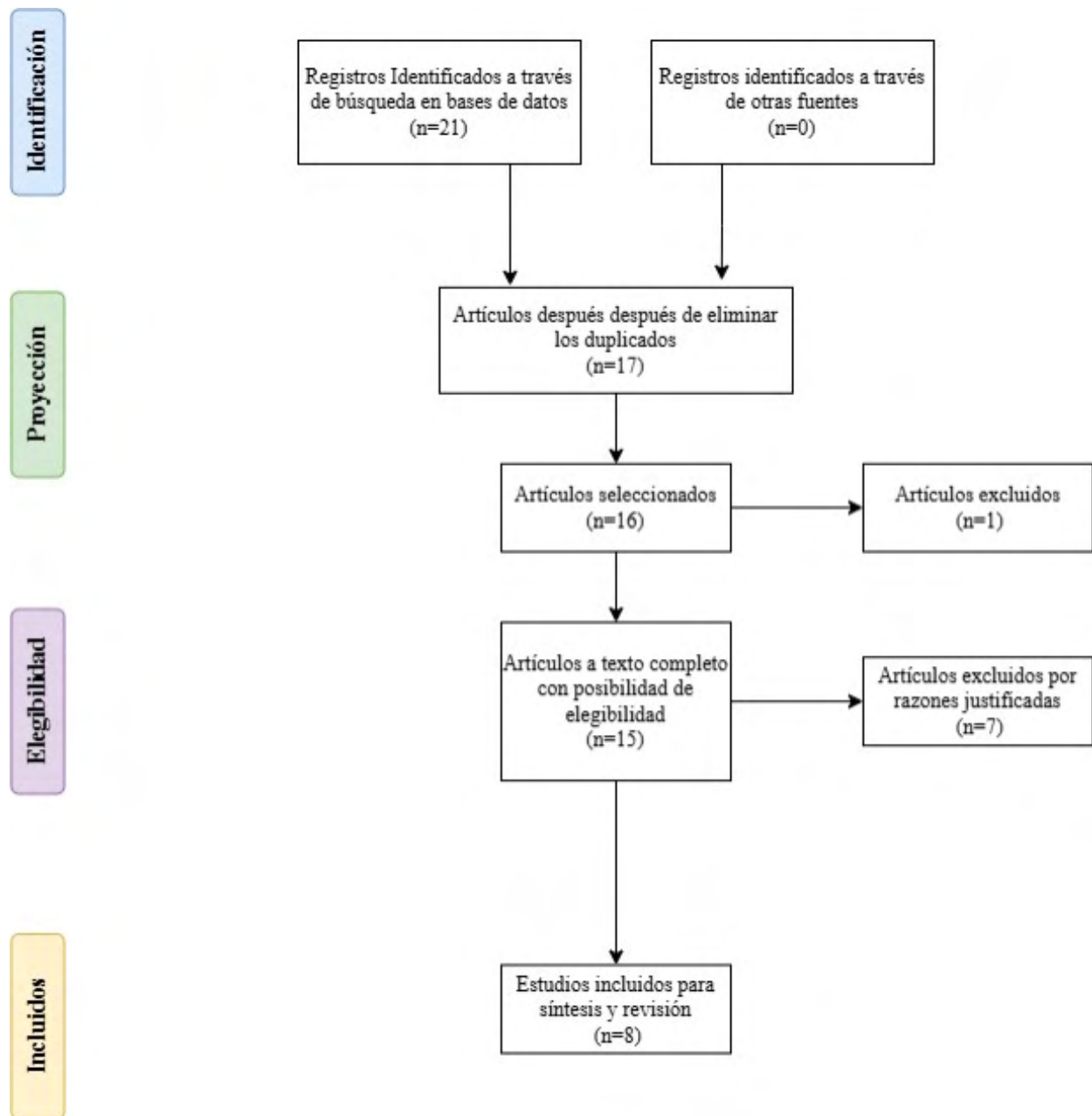
Se aplicaron filtros relacionados con el año de publicación e idioma. Además, se utilizaron palabras clave en español y sus equivalentes en inglés, tales como 'fibra óptica', 'migración', 'cableado de cobre', 'empresa comercial' y 'transición'. Estas palabras clave se combinaron con operadores booleanos (AND, OR) para optimizar los resultados en las bases de datos seleccionadas.

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo en tres etapas principales:

- 1. Identificación:** 21 estudios identificados a través de bases de datos académicas.
- 2. Filtrado:** Se eliminaron duplicados y estudios irrelevantes, reduciendo la muestra a 17 estudios.
- 3. Evaluación de elegibilidad:** Aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 8 estudios relevantes.

En la Fig. 1, se muestra un diagrama de flujo que detalla los pasos aplicados durante la selección de artículos, aplicando la recomendación PRISMA.

**Figura 1.** Diagrama de flujo de la selección de artículos para la revisión, elaborado a partir de la recomendación PRISMA 2021



La Tabla 3 muestra un resumen de las fuentes consultadas y la cantidad de artículos encontrados durante el proceso de búsqueda.

**Tabla 3.** Detalle de base de datos y Repositorios utilizados

Fuente	Enlace (link)	Artículos Encontrados	Seleccionados
Google Escolar	<a href="https://scholar.google.es/schhp?hl=es">https://scholar.google.es/schhp?hl=es</a>	8	5
La Referencia	<a href="https://www.lareferencia.info/es/">https://www.lareferencia.info/es/</a>	2	2
Repositorio Latinoamericano	<a href="https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/">https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/</a>	3	2
Elsevier - Mendeley	<a href="https://www.mendeley.com/search/?dgcid=refmandesktop">https://www.mendeley.com/search/?dgcid=refmandesktop</a>	8	8
<b>Total</b>		<b>21</b>	<b>17</b>



Resultados y discusión

En este artículo de revisión, 8 artículos fueron seleccionados. Un resumen de los artículos se presenta en la Tabla 4. Todos los artículos fueron publicados entre el 2016 - 2024.

Tabla 4. Resumen de los estudios incluidos en la revisión

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
Barahona Domínguez, J. J. (2024)	“Tecnología para migración de cableado de cobre a fibra óptica en Telgua”	Analizar la situación que afronta la empresa de telecomunicaciones por los eventos de hurto del cableado de cobre y de qué forma se pretende mitigar la problemática al migrar a cableado de fibra óptica, específicamente en la operación de Guatemala.	SAC (Sistema Avanzado de Compras)  Microsoft Excel: Para análisis financiero y cuadros comparativos de proveedores.	Red FTTH con fibra óptica	Hasta 1 Gbps	El proyecto evidenció que la migración a fibra óptica optimiza los costos operativos, mejora la infraestructura tecnológica de Telgua, y disminuye las pérdidas económicas por hurto de cobre. Esto también garantiza mayor estabilidad y calidad en la prestación de servicios de telecomunicaciones en Guatemala.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
<b>Frances Ayestas (2020)</b>	Análisis de la Migración de Medios Tradicionales de Transmisión a Fibra Óptica en el País."	Analizar la situación y comparar las medidas que las empresas de telecomunicaciones están contemplando en el país con el fin de situarnos en el panorama tecnológico actual utilizando la recopilación de datos obtenida en esta investigación.	Microsoft Excel	GPON	Velocidades superiores a 1 Gbps	Impacto positivo en telecomunicaciones y optimización de redes tradicionales.
<b>Marco Antonio Remache Casagallo (2016)</b>	Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre.	Analizar y plantear el cambio de la tecnología obsoleta de cobre a una red de fibra óptica de alta velocidad y capacidad con estándar GPON, con el fin de mejorar la calidad de los servicios convergentes de internet, voz y datos en el sector central del Cantón Salitre.	Microsoft Excel, AutoCAD.	GPON	2.4 Gbps de bajada, 1.2 Gbps de subida	Incremento de calidad en servicios convergentes de internet, voz y datos.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
<b>Daniel Dik y Bryant Niola (2018)</b>	Análisis y Diseño de la Migración de la Red Actual de Cobre, en la Ruta 13 de la Central Norte de CNT en la Ciudad de Guayaquil, a una Red de Fibra Óptica	Migrar la red de cobre de la Ruta 13 en Guayaquil a una red de fibra óptica, garantizando mayor eficiencia.	VanGuard Data OTDR Emulator	GPON - FTTH	64 Mbps de bajada y 32 Mbps de subida por cliente; cada hilo soporta 2.4 Gbps de bajada y 1.2 Gbps de subida.	Al desarrollar el diseño de la nueva red GPON FTTH se ha observado claramente una optimización en el servicio ofertado; incrementando la velocidad de 5 Mbps de bajada y 2 Mbps de subida a 64 Mbps de bajada y 32 Mbps de subida por cada cliente. Dicho avance permite a la operadora ofrecer el servicio de IPTV por el mismo sistema, que usa 32 Mbps de bajada.



Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
<b>Tenecora Mejía, I. B. (2019)</b>	Evaluación del proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar G.984.X GPON	Evaluar el proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar G.984.x GPON en la ciudad de Macas.	Microsoft Excel	ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)  GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network)	ADSL: Velocidades variables, generalmente inferiores a las ofrecidas por GPON.  GPON: Ofrece velocidades de hasta 2.5 Gbps de descarga y 1.25 Gbps de subida.	El análisis comparativo de 12 meses que se realizó en las dos tecnologías nos permite concluir que la tecnología GPON registra una menor cantidad de averías, que incluso es menor al 2% del factor k que exige ARCOTEL; sin embargo, la tecnología ADSL representa el 3.56%, lo cual 1.5 veces superior a lo exigido por el organismo de control.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
<b>Dilber Rosabal Montero y Manleys Rodríguez Torres (2016).</b>	Tecnologías de acceso ópticas para la migración de la red de cobre a fibra.	El objetivo de la investigación consiste en valorar las tecnologías de acceso ópticas que pueden ofrecer una solución viable para la migración de la red de acceso de cobre a una infraestructura de fibra óptica y para posibles actualizaciones tecnológicas de la red de fibra en funcionamiento.	No se menciona el uso de software específico en el documento.	Redes ópticas pasivas (PON): Incluyendo GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network).  Redes ópticas activas (AON): Se mencionan en el contexto de alternativas para la migración, aunque el enfoque principal está en las PON.	Ofrece velocidades de hasta 2.5 Gbps de descarga y 1.25 Gbps de subida.	Las tecnologías sobre par de cobre, aunque evolucionadas, presentan limitaciones significativas en velocidad y alcance. Las redes de acceso ópticas, especialmente las PON, se presentan como una solución factible desde el punto de vista técnico y económico para satisfacer los requerimientos de los servicios de banda ancha.
<b>Paute Tapia, J. O. (2023)</b>	Análisis de la migración de la red ADSL a GPON para mejorar la conectividad en el Barrio San Miguel de la Ciudad de Cuenca	Analizar la migración del medio de transmisión de datos, de cobre a fibra óptica y su impacto en la calidad de los servicios de internet en la ciudad de Cuenca barrio San Miguel.	No se menciona el uso de software específico en el documento.	ADSL, GPON	ADSL: Depende de la distancia entre el abonado y la central. Un valor promedio es de 5 MBPS. Fibra óptica: Entre 100 MBPS y 300 MBPS.  NO depende del lugar de residencia del abonado.	La fibra óptica permite mejorar el ancho de banda, lo que permite mejorar significativamente los beneficios, lo que permitirá que los pobladores del barrio San Miguel, puedan desempeñar sus actividades tanto laborales, escolares y de ocio sin ninguna interrupción.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
<b>Veloz-Chérrez, D., Ramos, V., Santacruz, F., y Cabrera, F. (2020).</b>	Análisis de la migración de la red de cobre por fibra óptica en la comunidad de Ayangue, provincia de Santa Elena, para brindar los servicios de internet, telefonía y televisión	Reemplazar la tecnología actual de transmisión de datos para brindar los servicios de internet, telefonía y televisión para la comunidad de Ayangue, a través de la conexión basada en fibra óptica que permite aumentar la capacidad de Internet banda ancha y otros servicios.	Google Earth	Redes Ópticas Pasivas con Capacidad de Gigabit (GPON)	GPON: Ofrece velocidades de hasta 2.5 Gbps de descarga y 1.25 Gbps de subida.	La migración a tecnología GPON es viable y mejora la calidad de los servicios de telecomunicaciones en la comunidad. Para lugares rurales o con alta humedad y salinidad, es preferible usar redes basadas en la tecnología de fibra óptica debido a que los índices de atenuación se elevan y el índice de relación señal ruido disminuye, por tanto, a pesar de que el ancho de banda no se vea afectado, si se incorporará latencia provocando que los servicios sean de bajo nivel.



A continuación, se presenta una síntesis de los principales hallazgos y su discusión en relación con la pregunta de investigación planteada: ¿Cómo impacta la migración del cableado de cobre a fibra óptica en la velocidad de transmisión de datos, la estabilidad de la red, la seguridad y la eficiencia operativa en empresas comerciales?

En primer lugar, los estudios revisados confirman consistentemente que la tecnología de fibra óptica supera ampliamente al cableado de cobre en términos de velocidad de transmisión de datos. Por ejemplo, Remache Casagallo (2016) y Dik et al. (2018) destacaron que las redes basadas en GPON ofrecen velocidades de hasta 2.4 Gbps de bajada, lo cual mejora significativamente los 5 Mbps promedio del cobre. Asimismo, Paute Tapia (2023) señaló que las redes de fibra óptica permiten velocidades de hasta 300 Mbps, mientras que el cableado de cobre se ve limitado por la distancia a un máximo promedio de 5 Mbps. Estos avances no solo incrementan la capacidad de las empresas para manejar grandes volúmenes de datos, sino que también facilitan la implementación de servicios como IPTV (Dik et al., 2018) y mejoran la calidad de los servicios prestados a los usuarios finales (Paute Tapia, 2023).

Por otro lado, la estabilidad de la red es otro aspecto crítico que se ve beneficiado con la migración. Según Tenecora Mejía (2019), la tecnología GPON presentó un índice de averías significativamente menor (menos del 2%) en comparación con el cableado de cobre (3.56%). De manera similar, Montero y Rodríguez (2016) resaltaron que las redes ópticas pasivas no solo mejoran la estabilidad, sino que también ofrecen un mayor alcance técnico y económico, reduciendo la frecuencia de interrupciones y los costos de mantenimiento. Este hallazgo refuerza la idea de que la fibra óptica no solo es más confiable, sino que también reduce los costos asociados a la reparación de fallos recurrentes.

Además, desde el punto de vista de la seguridad, Barahona Domínguez (2024) destacó que la fibra óptica es menos susceptible a robos y daños, un problema recurrente en las redes de cobre. Por otra parte, Veloz-Chérrez et al. (2020) indicaron que, en condiciones ambientales adversas como alta humedad y salinidad, la fibra óptica mantiene un desempeño superior al cableado de cobre, lo que mejora su durabilidad y funcionalidad en zonas rurales. Este aspecto es especialmente importante para garantizar servicios confiables en entornos de difícil acceso.

Finalmente, en términos de eficiencia operativa, la migración también tiene un impacto significativo. Según Ayestas (2020) y Veloz-Chérrez et al. (2020), las redes ópticas no solo optimizan procesos internos y reducen costos a largo plazo, sino que también permiten la integración de múltiples servicios (internet, telefonía y televisión) en una misma infraestructura. Barahona Domínguez (2024) añadió que esta transición mejora la infraestructura tecnológica y reduce las pérdidas económicas asociadas al hurto de cobre, garantizando una mayor calidad y estabilidad en la prestación de servicios de telecomunicaciones.

## **Conclusiones**

Según los resultados obtenidos, se concluye que la migración del cableado de cobre a fibra óptica en infraestructuras comerciales representa un avance significativo en términos de velocidad de transmisión de datos, estabilidad de la red, seguridad y eficiencia operativa. Este cambio tecnológico es esencial para atender las crecientes demandas de conectividad en un mercado globalizado y digitalizado.

Por lo tanto, el objetivo planteado de evaluar el impacto de esta transición ha sido cumplido. Se ha evidenciado que las redes de fibra óptica superan ampliamente al cableado de cobre, ofreciendo velocidades de hasta 2.4 Gbps, mayor estabilidad con índices de averías menores al 2%, y una notable optimización en la prestación de servicios convergentes como internet, telefonía y televisión. Estos resultados subrayan la importancia de adoptar tecnologías avanzadas para mejorar la competitividad y garantizar la sostenibilidad operativa en las empresas comerciales.

No obstante, algunas limitaciones importantes deben señalarse. La mayoría de los estudios revisados se centraron en aplicaciones específicas o entornos limitados, dejando vacíos sobre el impacto en sectores comerciales más amplios o en empresas pequeñas y medianas (PyMEs). Además, las investigaciones rara vez abordaron aspectos relacionados con los costos iniciales de implementación o desafíos técnicos durante la transición, lo cual abre una oportunidad para futuras investigaciones.

Finalmente, se recomienda continuar explorando el impacto económico y social de esta migración en diferentes contextos empresariales y regiones. También sería valioso realizar estudios que aborden los obstáculos técnicos y financieros que enfrentan las empresas durante la transición, para desarrollar estrategias más efectivas que impulsen la adopción de esta tecnología esencial.

## Referencias bibliográficas

Ayestas, F. (2020). Análisis de la migración de medios tradicionales de transmisión a fibra óptica en el país [Universidad Tecnológica Centroamericana] <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/browse>

Barahona Domínguez, J. J. (2024). Tecnología para migración de cableado de cobre a fibra óptica en Telgua [UNIVERSIDAD GALILEO].  
<https://biblioteca.galileo.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/1741/19008399%20JONATHAN%20JOSU%20BARAHONA%20DOM%20D%20NGUEZ.pdf?sequence=1>

Chamba Monar, E. A., & Moreno Jiménez, G. A. (2021). Conectividad inalámbrica vs Conectividad con Fibra Óptica. Fortalezas y Debilidades. E-IDEA Journal of Engineering Science, 3(8), 31–51.  
<https://doi.org/10.53734/esci.vol3.id213>

Dávalos Parra, D. F. (2021). Diseño E Implementación De La Red De Fibra Óptica De Planta Externa De Un Operador De Telecomunicaciones Para Brindar El Servicio De Internet Y Enlaces Dedicados Empresariales En Los Distritos De Los Olivos Y San Martín De Porres - Lima, 2020. <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/601>

Dilber Rosabal Montero y Manleys Rodríguez Torres (2016). Tecnologías de acceso ópticas para la migración de la red de cobre a fibra. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) (1)(2)(3).

Paute Tapia, J. O. (2023). Análisis de la migración de la red ADSL a GPON para mejorar la conectividad en el Barrio San Miguel de la Ciudad de Cuenca [Instituto tecnológico Internacional]. <http://45.184.226.39/bitstream/123456789/839/1/Proyecto%20de%20tesis%20Jaime%20Orlando%20Paute%20Tapia.pdf>

Remache Casagallo, M. A. (2016). Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre. [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6595>

Tenecora Mejía, I. B. (2019). Evaluación del proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar G.984.X GPON [Escuela Superior Politécnica de Chimborra]. <https://182833.o7eteavr.asia/bitstream/123456789/9443/1/20T01137.pdf>

Veloz-Chérrez, D., Ramos, V., Santacruz, F., & Cabrera, F. (2020). Migración tecnológica utilizando VDSL/FTTX para mejorar los servicios de telecomunicaciones de una red de acceso en Guano/Technological migration using VDSL/FTTX to improve telecommunications services in an access network in Guano. KnE Engineering, undefined- undefined. <https://doi.org/10.18502/KEG.V5I2.6262>

# Automatización del soporte de la infraestructura tecnológica mediante chatbots en microempresas

Jason Jair Navarro Mclean  
Universidad Tecnológica Oteima  
jason.navarro@oteima.ac.pa  
ORCID N° <https://orcid.org/0009-0008-0470-1951>

**DOI: 10.61209/re.v4i2.170**

Recibido: 11/2025

Aceptado: 12/2025

Yasley Alexandra Vergara Quezada  
Universidad Tecnológica Oteima  
Yasley.vergara@oteima.ac.pa  
ORCID N° <https://orcid.org/0009-0003-3429-9>

## Resumen

Cuando pensamos en microempresas, su infraestructura tecnológica y funcionamiento, lo primero que se viene a nuestra cabeza es la parte financiera, si bien es cierto, serlo es bastante complicado y parte de poder existir con recursos financieros limitados, ya que cada movimiento económico hay que ser estratégicos y definitivamente la parte TI es algo que pudiera volverse un problema difícil de cubrir. En este espacio, pensar en los chatbots basados en IA se plantean como una posible solución para ahorro de gastos. En este artículo presentamos una revisión sistemática de la literatura bajo PRISMA, con el fin de poder cotejar a través de la evidencia científica, el cómo funcionaría la automatización de soporte tecnológico mediante chatbots en MYPEs. En esta la realizamos en los buscadores como Google Scholar, SciELO, IEEE Xplore, Scopus y ScienceDirect; donde pudimos obtener 15 estudios bases, luego de haber aplicado criterios de exclusión e inclusión.

**Palabras clave:** Chatbots; Automatización; Transformación Digital; Pymes; SME; Inteligencia artificial; Experiencia de usuario.

## Abstract

When we think about micro-enterprises, their technological infrastructure, and how they operate, the first thing that comes to mind is the financial aspect. While it is true that this is quite complicated and part of being able to exist with limited financial resources, since every economic move must be strategic, the IT aspect is something that could become a difficult problem to cover. In this space, AI-based chatbots are proposed as a possible solution for saving costs. In this article, we present a systematic review of the literature under PRISMA, in order to be able to compare, through scientific evidence, how the automation of technological support through chatbots would work in MSMEs. We conducted our search using search engines such as Google Scholar, SciELO, IEEE Xplore, Scopus, and ScienceDirect, where we were able to obtain 15 base studies after applying exclusion and inclusion criteria.

**Keywords:** Chatbots; Automation; Technological Infrastructure; IT Support; Micro-enterprises; Artificial Intelligence.

## Introducción

Aunque son fundamentales para la economía mundial, especialmente en los países en desarrollo, las microempresas siguen enfrentando desafíos persistentes relacionados con la gestión de su infraestructura tecnológica. Esto incluye problemas como presupuestos limitados, falta de conocimientos en tecnologías de la información y un acceso reducido a servicios de soporte técnico especializado. Según varios estudios, un soporte tecnológico inadecuado puede afectar negativamente a la productividad, la calidad del servicio y la continuidad del negocio (González-Varona, 2021; Pérez y Salazar, 2021).

Al mismo tiempo, el avance acelerado de las tecnologías de inteligencia artificial (IA) y procesamiento del lenguaje natural (PLN) ha dado lugar a chatbots inteligentes, que ahora pueden interactuar con los usuarios, diagnosticar problemas técnicos y ofrecer soluciones automáticas al instante. Las investigaciones de Adamopoulou y Moussiades (2020) y Dale (2021) destacan que los chatbots han evolucionado desde simples sistemas basados en reglas hasta sofisticados agentes conversacionales capaces de aprender de las interacciones e integrarse con los sistemas empresariales.

En el ámbito del soporte informático, los chatbots se están utilizando cada vez más para automatizar tareas como la asistencia técnica, la gestión de incidencias y el apoyo a los usuarios. Estudios como los de Følstad y Brandtzæg (2020), Wirtz et al. (2020) y Jain et al. (2022) demuestran que los sistemas de soporte basados en chatbots reducen los tiempos de respuesta, mejoran la disponibilidad del servicio y disminuyen los costes operativos. Para las microempresas, estos beneficios son particularmente importantes, ya que les permiten contar con soporte técnico de manera continua, sin tener que depender de un equipo de TI dedicado.

A pesar del creciente número de investigaciones sobre los chatbots en contextos organizativos, hay una falta de pruebas consolidadas que se centren específicamente en su aplicación para automatizar el soporte de la infraestructura tecnológica en las microempresas. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo abordar esta laguna mediante la realización de una revisión sistemática de la literatura según las directrices PRISMA, con el fin de responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo la implementación de un chatbot inteligente de nivel 0 mejora la eficiencia del soporte técnico y la satisfacción del usuario interno en microempresas sin departamento técnico?

**Tabla #1** - Materiales y recursos utilizados.

Material
Computadora
Bases De Datos y Repositorios Académicos
Software Procesador De Texto (Microsoft Word)
Software De Gestión Bibliográfica (Mendeley)
Metodología PRISMA (Page et al., 2021) Para Selección De Artículos

## Metodología

### Estrategia de búsqueda

Se tuvo en cuenta parámetros de la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021) como estrategia metodológica para la identificación, selección y análisis de literatura científica asociada con la automatización del soporte de infraestructura tecnológica por medio de chatbots en microempresas. apoyándose en las pruebas presentadas por González-Varona (2021), Pozo-Benites et al. (2025) y Makany et al. (2023), que resaltan los retos, oportunidades y la aplicación práctica de los chatbots en las PYMES, esta revisión trató de analizar cómo se están aplicando estas tecnologías específicamente a los procesos de soporte informático y gestión de servicios en entornos empresariales a pequeña escala.

La pregunta de investigación que ha guiado esta revisión sistemática se ha definido de la siguiente manera: ¿Cómo la implementación de un chatbot inteligente de nivel 0 mejora la eficiencia del soporte técnico y la satisfacción del usuario interno en microempresas sin departamento técnico? Para abordar esta pregunta, se ha llevado a cabo una búsqueda estructurada de información científica que abarca el periodo comprendido entre 2020 y 2024, asegurando la inclusión de estudios recientes y relevantes que reflejen los avances actuales en inteligencia artificial, procesamiento del lenguaje natural y automatización de servicios de TI. La selección de este marco temporal se basa en estudios como los de Pillai y Sivathanu (2020) y Jain et al. (2022), que hacen hincapié en la adopción acelerada de soluciones basadas en chatbots en contextos organizativos durante los últimos años. Los criterios de elegibilidad aplicados para la selección de artículos se detallan en la tabla 2.

**Tabla #2** - Criterios de elegibilidad (inclusión-exclusión) aplicados para la búsqueda de información de literatura.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios empíricos primarios relacionados con los chatbots y el soporte informático.	Estudios secundarios o revisiones sistemáticas.
Artículos publicados entre 2020 y 2025. Estudios disponibles en inglés o español.	Estudios no relacionados con el soporte de la infraestructura tecnológica.
Disponibilidad del texto completo.	Artículos centrados exclusivamente en grandes empresas.
Estudios que sean de acceso gratuito.	Publicaciones anteriores a 2020.

Como plan de organización para la recopilación de información, se realizó una búsqueda sistemática en varias bases de datos académicas populares y repositorios como Google Scholar, SciELO, IEEE Xplore, Scopus y ScienceDirect. Elegimos estas fuentes de datos porque cubren varios artículos



revisados por pares en las áreas de inteligencia artificial, tecnología de información y comunicación, que son consistentes con el trabajo realizado más recientemente sobre agentes conversacionales y transformación digital en organizaciones (Pozo-Benites et al., 2025). La información de la base de datos y el repositorio se muestra en la Tabla 3.

**Tabla #3** - Detalle de bases de datos y repositorios utilizados.

Nombre de la base de datos   repositorio   motor	Enlace (link)	N° de artículos encontrados
Google Escolar	<a href="https://scholar.google.com">https://scholar.google.com</a>	42
Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	21
IEEE Xplore	<a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a>	18
ScienceDirect	<a href="https://www.cochrane.org/">https://www.cochrane.org/</a>	14
SciELO	<a href="https://scielo.org">https://scielo.org</a>	6

Se utilizó un diseño de filtro de búsqueda bibliográfica para procesar los resultados y luego conectarlos con la intención de la investigación. Se usaron los mismos filtros (año de publicación, campo de estudio, tipo de documento (artículos de investigación científica), idioma (inglés y español)), con la inclusión de documentos de repositorios institucionales, así como actas de conferencias que cumplieran con los criterios de inclusión previamente especificados. Consistente con los métodos reportados en Pillai y Sivathanu (2020), hemos utilizado palabras clave como Chatbots; Automatización; Transformación Digital; Pymes; SME; Inteligencia artificial; Experiencia de usuario en inglés y español. Se utilizaron operadores booleanos AND y OR para establecer las relaciones en el significado de los conceptos, y para ampliar o reducir los resultados de la búsqueda, como se indica en las tablas 4 y 5.

**Tabla #4** - Combinación de palabras con un operador booleano.

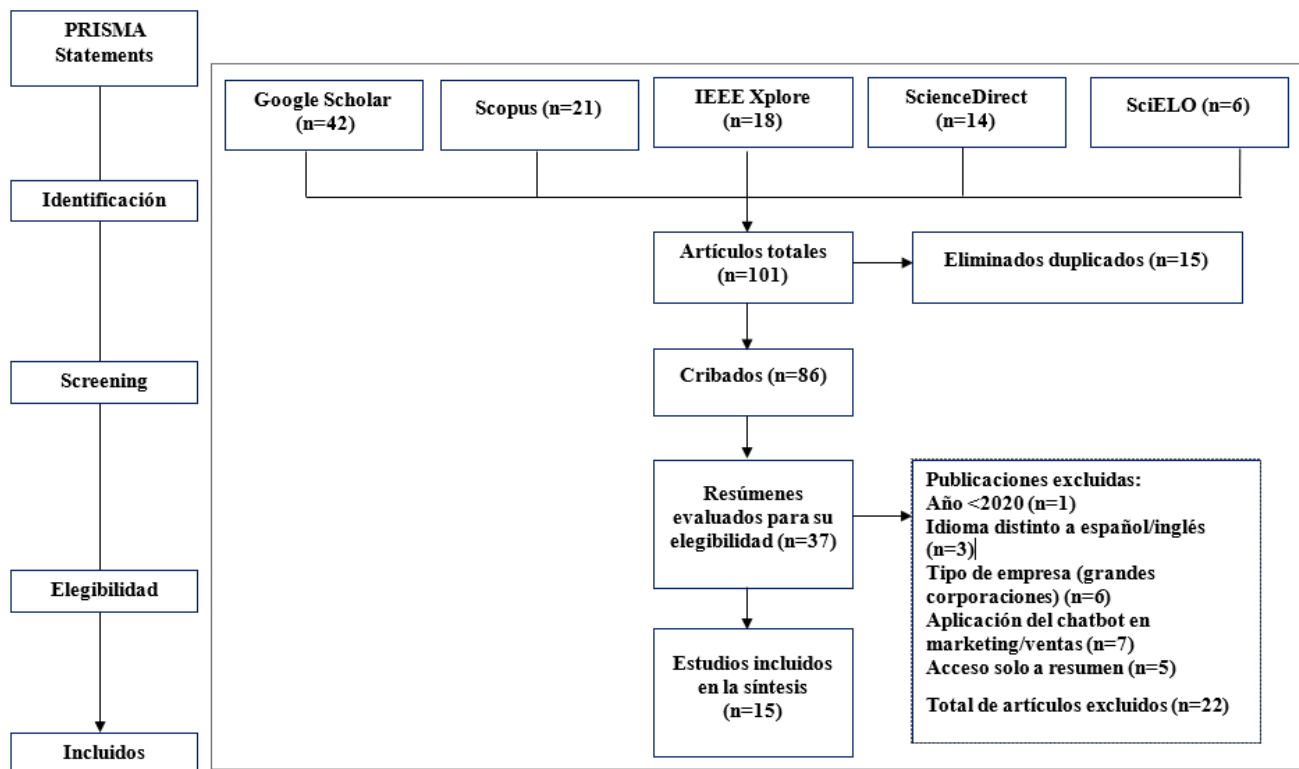
Palabra clave	Operador booleano	Palabras clave
Chatbot	AND	Pymes
Automatización	AND	Experiencia de usuario
Chatbots	AND	Inteligencia artificial
Transformación Digital	AND	Pymes
Chatbot	AND	SME

**Tabla #5** - Combinación de palabras claves y dos operadores booleanos.

Palabra clave	Operador booleano	Palabras clave	Operador booleano	Palabras clave
Transformación digital	AND	Chatbot	AND	Pymes
Automatización	AND	Chatbot	AND	Experiencia de usuario
Chatbot	OR	Inteligencia artificial	AND	SME

Finalmente, la Figura 1 presenta un diagrama de flujo que ha sido preparado basado en las recomendaciones PRISMA; demuestra las etapas sucesivas de identificación, selección, elegibilidad e inclusión de los estudios elegibles identificados para la presente revisión sistemática. Este diagrama de flujo explica de manera efectiva el proceso de selección de métodos con respecto a diferentes artículos, al mismo tiempo que destaca el rigor metodológico del estudio. Esta revisión sistemática siguió la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Los materiales, recursos, criterios de elegibilidad, bases de datos y estrategias de búsqueda utilizadas.

**Figura #1**



**Nota #1** - Se identificaron 101 estudios en cinco bases de datos; tras eliminar duplicados y aplicar criterios de exclusión, se revisaron 37 textos completos. Finalmente, se incluyeron 15 artículos que cumplen plenamente con los criterios y aportan evidencia relevante para la investigación.

Resultados

Todos los artículos analizados (15) fueron publicados entre los años 2020 - 2025, los cuales se resumen y detallan en la Tabla 6.

Tabla #6 - Hallazgos principales de las publicaciones seleccionadas.

Autor - Año - País	Título	Objetivo	Población o muestra	Resultado obtenido - Hallazgos	Referencia
Adamopoulou , E., & Moussiades, L., 2020, Grecia	Chatbots: History, technology, and applications.	Analizar la evolución y aplicaciones principales de los chatbots.	Estudios conceptuales y casos aplicados.	Los chatbots han evolucionado hacia herramientas basadas en IA capaces de automatizar tareas de soporte técnico.	Adamopoulou & Moussiades (2020)
Aliyev, V., 2025, Polonia	Digital transformation strategies and challenges in small and medium enterprises (SMEs): A systematic review and future directions.	Revisar las estrategias de transformación digital en las PYMES.	Revisión de literatura sobre PYMES.	Presenta un análisis exhaustivo de los desafíos y estrategias clave en la transformación digital.	Aliyev (2025)
Del Do, A. M., Villagra, A., & Pandolfi, D., 2023, Argentina	Desafíos de la transformación digital en las PYMES.	Identificar los desafíos de transformación digital en las PYMES.	Empresas argentinas.	Destaca las barreras tecnológicas y organizacionales que enfrentan las PYMES en su digitalización.	Del Do, Villagra & Pandolfi (2023)
Følstad, A., & Brandtzæg, P. B., 2020, Noruega	Users' experiences with chatbots: Findings from a questionnaire study.	Evaluar la experiencia y satisfacción del usuario.	Usuarios de chatbots de servicios	Impacto positivo en tiempos de respuesta y accesibilidad del servicio.	Følstad & Brandtzæg (2020)

<b>Autor - Año - País</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Población o muestra</b>	<b>Resultado obtenido - Hallazgos</b>	<b>Referencia</b>
<b>González-Varona, J. M., 2021, España</b>	Retos para la transformación digital de las PYMES: Competencia organizacional	Analizar la competencia organizacional en la digitalización.	Microempresas y pequeñas empresas.	Identifica las brechas en la competencia organizacional que dificultan la transformación digital.	González-Varona (2021)
<b>Jain, R., Kumar, A., &amp; Singh, P., 2022, India</b>	AI-based conversational agents: A scoping review from technologies to applications.	Revisar los avances tecnológicos y aplicaciones de chatbots.	Revisión de literatura técnica.	Los chatbots basados en IA mejoran la eficiencia en la atención y gestión de servicios TI.	Jain, Kumar & Singh (2022)
<b>Luján Rodas, L. R., Centurión Casco, M. G., Maciel López, M. E., &amp; Gheringhelli Frutos, L. M., 2023, Paraguay</b>	Transformación digital de las PYMES en Paraguay: Retos y oportunidades	Identificar los retos y oportunidades de la digitalización.	Microempresas y PYMES de Paraguay.	La digitalización enfrenta barreras como el acceso a internet y la falta de formación.	Luján Rodas et al. (2023)
<b>Makany, T., Roh, S., Hara, K., Hua, J. M., Goh Si Ying, F., &amp; Teh Yang Jie, W., 2023, Singapur</b>	Beyond anthropomorphism: Unraveling the true priorities of chatbot usage in SMEs.	Explorar las prioridades verdaderas en el uso de chatbots en las PYMES.	Empresas de diferentes sectores.	Los chatbots se utilizan más por eficiencia operativa que por imitación humana.	Makany et al. (2023)
<b>Pozo-Benites, K. B., Guadalupe - Sánchez, K. W., Peñarreta-Barre ra, E. E., &amp; Meza-Salvatierra, J. K., 2025, Ecuador</b>	Transformación digital de las PYMES en América Latina: Barreras, oportunidades y estrategias para la competitividad	Analizar las barreras y estrategias para la transformación digital en las PYMES de América Latina.	PYMES latinoamericanas .	Identifica las barreras tecnológicas y la falta de infraestructura como principales obstáculos.	Pozo-Benites et al. (2025)

Autor - Año - País	Título	Objetivo	Población o muestra	Resultado obtenido - Hallazgos	Referencia
Pillai, R., & Sivathanu, B., 2020, India	Adoption of AI-based chatbots in organizations.	Analizar los factores que influyen en la adopción de chatbots en las organizaciones.	Organizaciones en India.	La adopción está impulsada por la mejora de la eficiencia y la reducción de costos.	Pillai & Sivathanu (2020)
Quimiz Sandoya, J. J., Ortega Franco, J. J., Castro Landírez, M. S., Cárdenas Ochoa, G. E., Zambrano Mendía, K. A., & Macías Armendáriz, E. G., 2024, Ecuador	Digital transformation in SMEs: Challenges and strategies for business competitiveness.	Identificar desafíos y estrategias clave en la digitalización de PYMES.	PYMES de diversas regiones.	Enfatiza las ventajas competitivas y el impacto positivo en la productividad de la digitalización.	Quimiz Sandoya et al. (2024)
Rejeb, A., & Rejeb, K., 2025, Túnez	A bibliometric investigation of chatbot applications in business and management.	Revisar las aplicaciones de chatbots en negocios y gestión.	Revisión bibliométrica.	Los chatbots tienen un impacto creciente en la eficiencia operativa y la mejora de la relación cliente-empresa.	Rejeb & Rejeb (2025)
Selamat, M. A., & Windasari, N. A., 2021, Indonesia	Chatbot for SMEs: Integrating customer and business owner perspectives.	Analizar el impacto de los chatbots desde la perspectiva del cliente y el dueño de la PYME.	PYMES que implementan chatbots.	Los chatbots mejoran la experiencia del cliente y optimizan procesos internos de negocio.	Selamat & Windasari (2021)

Autor - Año - País	Título	Objetivo	Población o muestra	Resultado obtenido - Hallazgos	Referencia
<b>Sharma, S., Singh, G., Islam, N., &amp; Dhir, A., 2022, Fiji</b>	Why do SMEs adopt artificial intelligence-based chatbots?	Identificar los motivos detrás de la adopción de chatbots basados en IA en las PYMES.	PYMES que usan IA para atención al cliente.	La mejora de la eficiencia operativa y la reducción de costos son factores clave para la adopción.	Sharma et al. (2022))
<b>Adamopoulou, E., &amp; Moussiades, L., 2020, Grecia</b>	Chatbots: History, technology, and applications.	Analizar la evolución y aplicaciones principales de los chatbots.	Estudios conceptuales y casos aplicados.	Los chatbots han evolucionado hacia herramientas basadas en IA capaces de automatizar tareas de soporte técnico.	Adamopoulou & Moussiades (2020)

## Resultados

Este estudio analiza algunos estudios existentes, que indicaron una tendencia consistente a favor de los chatbots para automatizar el soporte de infraestructura tecnológica en pequeñas y microempresas. González-Varona (2021) y Quimiz Sandoya et al. (2024) sugieren que la implementación de chatbots en las PYMES ayuda a reducir costos y aumentar la eficiencia del servicio en organizaciones caracterizadas por una infraestructura tecnológica y capacidades humanas limitadas. Además, Makany et al. (2023) enfatizan que los chatbots, con una implementación adecuada, ofrecen un valor considerable en el compromiso del usuario y el tiempo de respuesta (una necesidad en entornos empresariales con alta demanda de soporte continuo). Como con cualquier otro tipo de intervención, hay un gran potencial de ganancia, y aunque hay ventajas en proporcionar tiempos de respuesta más rápidos, mayor accesibilidad y servicio, existen desafíos para diseñar e integrar chatbots en los sistemas operativos actuales. Es especialmente importante para las microempresas debido al hecho de que, con recursos limitados, la adopción de tecnologías avanzadas se convierte en un problema.

Los hallazgos de Pozo-Benites et al. (2025) subrayan esta visión al enfatizar la falta de competencia técnica y recursos para ejecutar soluciones de automatización a gran escala. Como resultado, aunque los resultados son prometedores y se evidencian grandes logros en la adopción de chatbots por parte de pequeñas empresas, la literatura también muestra una serie de desafíos en curso. Estos incluyen la necesidad de mejores y sostenibles diseños, educación del personal e integración con los sistemas tecnológicos existentes. Toda la evidencia recopilada a través de métodos cualitativos y cuantitativos destacó que, a pesar de que el uso de esta tecnología en algunas microempresas es limitado, conduce a la posibilidad de un aumento significativo en la competitividad y eficiencia operativa en estos entornos.

## Conclusiones

Esta revisión nos brinda pruebas de que la automatización utilizando chatbots ofrece ventajas para las micro y medianas empresas. Los estudios muestran mejoras en los siguientes indicadores: Tiempo de respuesta, continuidad de servicio, rentabilidad y lo más importante satisfacción del usuario. Los chatbots son herramientas que funcionan como alternativa de los modelos tradicionales de soporte técnico informático, considerando el poco presupuesto que cuentan las empresas de este tipo.

Cabe mencionar que hay que tomar en cuenta que la implementación exitosa requiere una planificación meticulosa que incluya una integración adecuada del sistema, medidas de seguridad de los datos y una evaluación continua del rendimiento. Las investigaciones futuras deberían centrarse en estudios de casos empíricos en microempresas, análisis comparativos con modelos de soporte tradicionales y el impacto a largo plazo de la adopción de chatbots en la resiliencia organizativa y la madurez digital.

## Referencias bibliográficas

Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications*, 2, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100006>

Aliyev, V. (2025). Digital transformation strategies and challenges in small and medium enterprises (SMEs): A systematic review and future directions. *ResearchGate*.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27245.29924>



- Del Do, A. M., Villagra, A., & Pandolfi, D. (2023). Desafíos de la transformación digital en las PYMES. *ICT-Unpa*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v15.n1.941>
- Følstad, A., & Brandtzæg, P. B. (2020). Users' experiences with chatbots: Findings from a questionnaire study. *Quality and User Experience*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s41233-020-00033-2>
- González-Varona, J. M. (2021). Retos para la transformación digital de las PYMES: Competencia organizacional para la transformación digital (Doctoral thesis, Universidad de Valladolid). <https://doi.org/10.35376/10324/47767>
- Jain, R., Kumar, A., & Singh, P. (2022). AI-based conversational agents: A scoping review from technologies to applications. *IEEE Access*, 10, 90123–90145. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9864589>
- Luján Rodas, L. R., Centurión Casco, M. G., Maciel López, M. E., & Gheringhelli Frutos, L. M. (2023). Transformación digital de las PYMES en Paraguay: Retos y oportunidades. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 8294–8309. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i5.8411](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8411)
- Makany, T., Roh, S., Hara, K., Hua, J. M., Goh Si Ying, F., & Teh Yang Jie, W. (2023). Beyond anthropomorphism: Unraveling the true priorities of chatbot usage in SMEs. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3571884.3604315>
- Pozo-Benites, K. B., Guadalupe-Sánchez, K. W., Peñarreta-Barrera, E. E., & Meza-Salvatierra, J. K. (2025). Transformación digital de las PYMES en América Latina: Barreras, oportunidades y estrategias para la competitividad. *Multidisciplinary Latin American Journal*, 3(2), 1–15. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N2-015>
- Pillai, R., & Sivathanu, B. (2020). Adoption of AI-based chatbots in organizations. *International Journal of Information Management*, 52, 102135. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-04-2020-0259>
- Pozo-Benites, K. B., Guadalupe-Sánchez, K. W., Peñarreta-Barrera, E. E., & Meza-Salvatierra, J. K. (2025). Transformación digital de las PYMES en América Latina: Barreras, oportunidades y estrategias para la competitividad. *Multidisciplinary Latin American Journal*, 3(2), 1–15. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N2-015>
- Quimiz Sandoya, J. J., Ortega Franco, J. J., Castro Landirez, M. S., Cárdenas Ochoa, G. E., Zambrano Mendía, K. A., & Macías Armendáriz, E. G. (2024). Digital transformation in SMEs: Challenges and strategies for business competitiveness. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.373>
- Rejeb, A., & Rejeb, K. (2025). A bibliometric investigation of chatbot applications in business and management. *SN Computer Science*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07770-z>

Selamat, M. A., & Windasari, N. A. (2021). Chatbot for SMEs: Integrating customer and business owner perspectives. *Technology in Society*, 67, 101685.  
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101685>

Sharma, S., Singh, G., Islam, N., & Dhir, A. (2022). Why do SMEs adopt artificial intelligence-based chatbots? *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(4), 1056–1068.  
<https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3203469>

# Comparación de las diferentes estrategias de conservación de áreas marinas y costeras

René Omar Rodríguez González  
Universidad Tecnológica Oteima  
rene.rodriguez@oteima.ac.pa  
ORCID N° 0000-0002-2659-3276

**DOI: 10.61209/re.v4i2.162**

Recibido: 05/2025

Aceptado: 10/2025

## Resumen

La conservación de las áreas marinas y costeras en Panamá es un desafío clave debido a su rica biodiversidad marina y su ubicación estratégica entre el océano Pacífico y el mar Caribe. Para abordar esta responsabilidad, el país ha desarrollado diversas estrategias adaptadas a sus contextos ecológicos, socioeconómicos y culturales, buscando un equilibrio entre la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Una de las estrategias más relevantes es la implementación de Áreas Marinas Protegidas (AMPs), diseñadas para preservar ecosistemas esenciales como arrecifes de coral, manglares y praderas marinas, fundamentales para la pesca local y la protección de las costas. Ejemplos notables incluyen el Parque Nacional Coiba en el Pacífico y el Área Protegida de Bocas del Toro en el Caribe, que han demostrado ser eficaces en la conservación de especies y hábitats clave. No obstante, su efectividad se ve limitada por desafíos como la falta de financiamiento, escasez de personal capacitado y la necesidad de mayor cooperación con comunidades locales y el sector privado. Otra estrategia fundamental es el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC), que busca armonizar la conservación con el desarrollo económico sostenible. Esta estrategia resulta crucial en áreas donde el turismo y la expansión urbana ejercen una creciente presión sobre los ecosistemas costeros. A través del MIZC, Panamá fomenta la coordinación entre diferentes sectores y niveles de gobierno para implementar prácticas sostenibles que reduzcan los impactos ambientales. Sin embargo, su aplicación enfrenta retos como la falta de integración efectiva de políticas y la necesidad de una mayor participación comunitaria en la toma de decisiones. En general, la conservación marina en Panamá requiere un enfoque multidimensional que combine protección ambiental, gestión eficiente y cooperación entre actores clave, asegurando así la sostenibilidad de sus ecosistemas marinos y costeros para las generaciones futuras.

**Palabras clave:** *Conservación, biodiversidad, ecosistemas, Áreas Marinas Protegidas, sostenibilidad, manejo costero, desarrollo.*

## Abstract

The conservation of marine and coastal areas in Panama is a key challenge due to its rich marine biodiversity and strategic location between the Pacific Ocean and the Caribbean Sea. To address this responsibility, the country has developed various strategies adapted to its ecological, socioeconomic, and cultural contexts, seeking a balance between environmental protection and sustainable development. One of the most relevant strategies is the implementation of Marine Protected Areas (MPAs), designed to preserve essential ecosystems such as coral reefs, mangroves, and seagrass beds, which are critical for local fisheries and coastal protection.

Notable examples include Coiba National Park in the Pacific and the Bocas del Toro Protected Area in the Caribbean, which have proven effective in conserving key species and habitats. However, their effectiveness is limited by challenges such as a lack of funding, a shortage of trained personnel, and the need for greater cooperation with local communities and the private sector. Another fundamental strategy is Integrated Coastal Zone Management (ICZM), which seeks to harmonize conservation with sustainable economic development. This strategy is crucial in areas where tourism and urban expansion exert increasing pressure on coastal ecosystems. Through ICZM, Panama fosters coordination between different sectors and levels of government to implement sustainable practices that reduce environmental impacts. However, its implementation faces challenges such as a lack of effective policy integration and the need for greater community participation in decision-making. Overall, marine conservation in Panama requires a multidimensional approach that combines environmental protection, efficient management, and cooperation among key stakeholders, thus ensuring the sustainability of its marine and coastal ecosystems for future generations.

**Keywords:** *Conservation, biodiversity, ecosystems, Marine Protected Areas, sustainability, coastal management, development.*

### **Introducción y/o antecedentes**

La preservación de las áreas marinas y costeras resulta esencial para la protección de la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos que estos ecosistemas proporcionan. Para ello, se han desarrollado diversas estrategias de conservación, entre las que destacan la Planificación Espacial Marina (MSP, por sus siglas en inglés), la gestión integrada de zonas costeras (ICZM), las Áreas Marinas Protegidas (AMP), las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA), las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) y los cierres de pesca dirigidos a la protección de Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV). Cada una de estas estrategias emplea enfoques y metodologías específicas para responder a los desafíos que enfrentan los ecosistemas marinos y costeros, reflejando una diversidad de objetivos y mecanismos de gestión (Espinoza, 2017).

La MSP y la ICZM representan enfoques multidisciplinarios e integrales para la gestión sostenible de los espacios marinos y costeros. La MSP se orienta a la asignación de zonas marítimas para diferentes usos, con el fin de minimizar conflictos y optimizar la sostenibilidad de los recursos marinos. Por su parte, la ICZM se enfoca en la gestión coordinada de la tierra, el agua y los recursos vivos, promoviendo tanto la conservación como el desarrollo sostenible de las zonas costeras. Ambas estrategias requieren la colaboración de diversas partes interesadas, como gobiernos, sectores privados y comunidades locales, y se fundamentan en un enfoque participativo que abarca tanto el ámbito terrestre como el marítimo (González, 2018).

En cuanto a la conservación de la biodiversidad marina, las AMP constituyen una herramienta clave, ya que establecen restricciones a ciertas actividades humanas dentro de áreas específicas con el objetivo de proteger hábitats y especies en riesgo. No obstante, la efectividad de estas áreas depende en gran medida de su diseño, implementación y del cumplimiento de las normativas establecidas (González, 2018).

Asimismo, las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA) y las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) son designaciones que resaltan la importancia de ciertas zonas debido a su relevancia

ecológica y vulnerabilidad. Las PSSA, reconocidas por la Organización Marítima Internacional (OMI), permiten la implementación de medidas especiales de protección, mientras que las APEI, promovidas por la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA), buscan resguardar ecosistemas únicos y frágiles, especialmente aquellos situados fuera de las jurisdicciones nacionales. Estas iniciativas tienen como propósito mitigar los impactos negativos de actividades humanas como el transporte marítimo y la minería en aguas profundas (Espinoza, 2017).

Por otro lado, los cierres de pesca enfocados en la protección de los Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV) constituyen una estrategia clave para la conservación de hábitats críticos, como montes submarinos, arrecifes de coral de aguas frías y jardines de esponjas. Estas restricciones, que pueden ser temporales o permanentes, son fundamentales para mantener la estructura y funcionalidad de los ecosistemas marinos, garantizando la sostenibilidad de las poblaciones de peces y la salud general de estos hábitats (González, 2018).

Las estrategias destinadas a la conservación de los ecosistemas marinos y costeros son diversas y presentan distintos objetivos, metodologías de implementación, sistemas de monitoreo y mecanismos de gobernanza. Un ejemplo representativo es la Planificación Espacial Marina (MSP), cuyo objetivo principal es la gestión sostenible del espacio marítimo y sus recursos, buscando equilibrar intereses económicos, ambientales y sociales. Su implementación exige un enfoque a gran escala, usualmente a nivel nacional o regional, y sigue un proceso iterativo que involucra la recopilación de datos, el análisis y la participación de múltiples actores. Para su ejecución, se establecen zonificaciones marinas y planes de gestión, con énfasis en el monitoreo y la evaluación adaptativa. En términos de gobernanza, la MSP implica estructuras complejas que abarcan distintos niveles de gobierno y sectores. Un caso destacado es el plan de MSP del Mar Báltico, donde varios países han coordinado esfuerzos para administrar de manera sostenible el uso del espacio marítimo (Espinoza, 2017).

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) se establecen con el propósito de conservar la biodiversidad marina y los ecosistemas mediante la regulación o restricción de actividades humanas que puedan resultar perjudiciales. Estas áreas pueden abarcar desde pequeñas zonas locales hasta vastas regiones oceánicas, y su implementación requiere normativas específicas y planes de manejo detallados. Para su puesta en marcha, se llevan a cabo procesos como la demarcación del área, la formulación de reglas de uso y la implementación de programas de monitoreo para evaluar su efectividad en la conservación. La gobernanza de las AMP puede estar a cargo de agencias gubernamentales o, en algunos casos, ser gestionada en un esquema de co-gobernanza con comunidades locales. Un ejemplo destacado es la Gran Barrera de Coral en Australia, una de las AMP más extensas y mejor administradas a nivel mundial (García, 2021).

En el mismo sentido, las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA) han sido reconocidas por la Organización Marítima Internacional (OMI) como regiones que requieren protección especial debido a su relevancia ecológica, socioeconómica o científica y a su vulnerabilidad frente a las actividades marítimas. Su implementación opera a nivel internacional y exige una designación formal por parte de la OMI, seguida de la aplicación de medidas específicas adaptadas a las necesidades de cada PSSA. La gobernanza de estas áreas se basa en regulaciones internacionales y en la cooperación entre los estados miembros. Un caso representativo es el Santuario Marino del Archipiélago de Galápagos, que ha sido designado para proteger su biodiversidad única frente a las amenazas derivadas del transporte

marítimo (Morales, 2020).

Por otro lado, las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) están orientadas a la protección de hábitats vulnerables y características ecológicas singulares en aguas internacionales, con especial énfasis en el fondo marino. Estas áreas son establecidas bajo el marco de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA) y tienen como principal objetivo mitigar los impactos de actividades como la minería en aguas profundas. La escala de estas áreas es variable y su implementación requiere estudios científicos exhaustivos, así como acuerdos internacionales. Su gobernanza se basa en el derecho internacional del mar y en las regulaciones de la ISA. Un ejemplo de APEI es la red de áreas protegidas establecidas en la Zona de la Fractura Clarion-Clipperton en el océano Pacífico, cuyo propósito es resguardar la biodiversidad de los fondos marinos en esta región (García, 2021).

Por otro lado, las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) están orientadas a la protección de hábitats vulnerables y características ecológicas singulares en aguas internacionales, con especial énfasis en el fondo marino. Estas áreas son establecidas bajo el marco de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA) y tienen como principal objetivo mitigar los impactos de actividades como la minería en aguas profundas. La escala de estas áreas es variable y su implementación requiere estudios científicos exhaustivos, así como acuerdos internacionales. Su gobernanza se basa en el derecho internacional del mar y en las regulaciones de la ISA. Un ejemplo de APEI es la red de áreas protegidas establecidas en la Zona de la Fractura Clarion-Clipperton en el océano Pacífico, cuyo propósito es resguardar la biodiversidad de los fondos marinos en esta región (García, 2021).

Por lo cual, los cierres de pesca dirigidos a la protección de Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV) constituyen una estrategia de conservación esencial, ya que restringen o prohíben la actividad pesquera en zonas donde esta puede generar un impacto negativo en ecosistemas sensibles, como montes submarinos, arrecifes de coral de aguas frías o jardines de esponjas. La implementación de estas restricciones puede darse a nivel local, nacional o internacional, dependiendo de la jurisdicción de las aguas en cuestión. Para su aplicación, se llevan a cabo procesos como la identificación de los EMV, la imposición de vedas y el establecimiento de programas de monitoreo continuo. La gobernanza de estas medidas involucra a organismos de gestión pesquera, gobiernos nacionales y acuerdos internacionales (Morales, 2020).

Dado el panorama actual, la conservación de los ecosistemas marinos y costeros enfrenta desafíos significativos debido a la creciente presión de actividades humanas, como la sobrepesca, la contaminación, el desarrollo costero y los efectos del cambio climático. Para responder a estos desafíos, se han desarrollado diversas estrategias de conservación, cada una con objetivos, metodologías y escalas de implementación diferenciadas. La Planificación Espacial Marina (MSP) y la Gestión Integrada de Zonas Costeras (ICZM) ofrecen enfoques holísticos que buscan equilibrar la utilización y la conservación de los recursos marinos y costeros, integrando múltiples intereses y sectores en su gestión (Morales, 2020).

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) desempeñan un papel clave en la protección de la biodiversidad y de los hábitats críticos, mientras que las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA) y las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) tienen como objetivo resguardar zonas con una gran importancia ecológica y alto grado de vulnerabilidad. Por su parte, los cierres de pesca relacionados con la



protección de Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV) buscan evitar el deterioro de hábitats marinos afectados por prácticas pesqueras destructivas. La efectividad de estas estrategias de conservación depende de una implementación rigurosa, del monitoreo constante y de la existencia de mecanismos de gobernanza adecuados que fomenten la cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales, comunidades locales y otros actores clave. La correcta aplicación de estas estrategias es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo de los ecosistemas marinos y costeros, así como para el bienestar de las comunidades que dependen de estos recursos (García, 2021).

El presente estudio tiene como propósito ofrecer una comprensión integral y matizada de las distintas estrategias de conservación utilizadas para proteger los ecosistemas marinos y costeros. Se busca no solo analizar las diferencias y similitudes entre estas estrategias, sino también identificar las condiciones específicas bajo las cuales cada una puede ser más efectiva. Al caracterizar y comparar enfoques como la Planificación Espacial Marina (MSP), las Áreas Marinas Protegidas (AMP), las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA), las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) y los cierres de pesca dirigidos a la protección de Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV), este ensayo pretende proporcionar una visión integral que sirva de referencia para tomadores de decisiones, conservacionistas y comunidades locales en la selección de las herramientas de gestión más adecuadas para sus contextos particulares.

En efecto, se examinarán los mecanismos de gobernanza y las condiciones de implementación de cada estrategia con el fin de ofrecer una guía útil para la planificación y ejecución de iniciativas de conservación marina y costera. Se espera que este análisis contribuya al desarrollo de políticas basadas en la evidencia, facilitando la adopción de enfoques efectivos y sostenibles en diferentes escalas de gestión (Jiménez, 2018).

En base a ello, mediante la inclusión de ejemplos concretos de aplicación, el ensayo busca ilustrar los desafíos y logros prácticos en el ámbito de la conservación marina y costera. Este enfoque permitirá generar un aprendizaje basado en la experiencia, brindando insumos valiosos para mejorar las prácticas de conservación en el futuro. En última instancia, el ensayo aspira a enriquecer el debate global sobre la conservación de los ecosistemas marinos, destacando la importancia de enfoques adaptativos y colaborativos que reconozcan la interconexión de los ecosistemas marinos con el bienestar humano y la salud del planeta (Jiménez, 2018).

## **Metodología**

Este estudio se desarrolla bajo un enfoque de investigación cualitativa, fundamentado en el análisis teórico de fuentes documentales y repositorios especializados. Para ello, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de literatura académica, informes técnicos, normativas internacionales y estudios de caso que aborden las estrategias de conservación de ecosistemas marinos y costeros.

El análisis se centrará en la caracterización y comparación de enfoques como la Planificación Espacial Marina (MSP), las Áreas Marinas Protegidas (AMP), las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA), las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) y los cierres de pesca dirigidos a la protección de Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV). Se examinarán aspectos clave como los objetivos, metodologías de implementación, mecanismos de gobernanza y factores que influyen en la efectividad de cada estrategia.



La recopilación de información se basará en fuentes académicas de acceso abierto y bases de datos científicas reconocidas, garantizando la validez y confiabilidad de los datos. Posteriormente, se realizará un análisis interpretativo para identificar patrones, tendencias y desafíos comunes en la conservación marina, proporcionando así una visión integral del tema.

Dado que el estudio se fundamenta en el análisis documental, no se llevará a cabo recolección de datos primarios, sino que se trabajará con información previamente publicada, lo que permitirá establecer un marco teórico sólido para la discusión y las conclusiones del artículo.

## **Resultados y discusión**

El análisis comparativo de las estrategias de conservación marina permite identificar sus objetivos específicos, métodos de implementación y desafíos particulares. Cada una de estas estrategias presenta enfoques distintos para la gestión sostenible de los ecosistemas marinos y costeros, lo que resalta la importancia de seleccionar o combinar aquellas más adecuadas según el contexto ecológico, socioeconómico y legal de cada región. En este sentido, la Planificación Espacial Marina (MSP) se destaca por su enfoque integrador, permitiendo la asignación de usos específicos a distintas áreas del océano para minimizar conflictos entre sectores como la pesca, el turismo y el transporte marítimo. Su implementación requiere un proceso participativo que involucre a diversos actores, junto con el uso de datos científicos para fundamentar decisiones. La adaptabilidad y el monitoreo continuo son factores clave para el éxito de la MSP, ya que esta debe responder a cambios ambientales, económicos y regulatorios a lo largo del tiempo.

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) constituyen una estrategia fundamental para la conservación de la biodiversidad marina, estableciendo restricciones sobre actividades humanas dentro de áreas designadas. Estas áreas varían en su nivel de protección, desde reservas estrictas hasta zonas de uso sostenible donde se permite la pesca y otras actividades bajo regulaciones específicas. La efectividad de las AMP depende de una planificación adecuada que considere criterios ecológicos en su delimitación, el establecimiento de un marco legal sólido y el compromiso de las comunidades locales y actores económicos. Sin embargo, los principales desafíos incluyen la necesidad de financiamiento sostenible, la implementación de mecanismos de vigilancia efectivos y el cumplimiento de las normativas por parte de los usuarios del espacio marino.

Por su parte, las Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA) son designadas por la Organización Marítima Internacional (OMI) con el fin de proteger zonas marinas que poseen un alto valor ecológico, socioeconómico o científico y que son especialmente vulnerables a impactos de actividades marítimas. Estas áreas pueden ser objeto de medidas específicas, como restricciones de navegación, regulaciones de descarga y otras normativas dirigidas a minimizar el impacto de la actividad humana. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos importantes, ya que requiere un consenso internacional y la cooperación entre múltiples jurisdicciones y actores, lo que puede dificultar la aplicación efectiva de las regulaciones.

Las Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) cumplen un papel esencial en la conservación de ecosistemas marinos en aguas internacionales, particularmente en el contexto de la minería de aguas profundas. Estas áreas son establecidas bajo el marco de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA) y buscan mitigar los efectos negativos de la explotación de recursos en el lecho marino.

Su implementación depende de criterios científicos rigurosos y de acuerdos internacionales que permitan su regulación. Sin embargo, la gobernanza de estas áreas resulta compleja debido a la falta de un marco jurídico consolidado para su monitoreo y control efectivo. La cooperación internacional es fundamental para garantizar su éxito y evitar la degradación irreversible de estos ecosistemas.

Otra estrategia clave en la conservación marina es la implementación de cierres de pesca para la protección de Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV). Esta medida restringe o prohíbe la pesca en áreas donde esta actividad puede causar daños significativos a hábitats frágiles, como montes submarinos, arrecifes de coral de aguas frías y jardines de esponjas. Estos cierres pueden ser temporales o permanentes, dependiendo de la situación de los ecosistemas en cuestión. La efectividad de esta estrategia depende de la correcta identificación de las áreas a proteger, el respaldo de la comunidad pesquera y la existencia de un marco legal que garantice su aplicación y vigilancia. No obstante, uno de los principales desafíos radica en la resistencia de ciertos sectores de la industria pesquera, así como en la necesidad de reforzar las capacidades de fiscalización para garantizar el cumplimiento de las restricciones.

Al comparar estas estrategias, se observa que cada una de ellas tiene ventajas y limitaciones, lo que sugiere la necesidad de un enfoque de conservación integrado y adaptativo. La MSP y las AMP, aunque diferentes en sus objetivos específicos, pueden complementarse de manera efectiva, ya que mientras la MSP aborda la zonificación del espacio marino en su conjunto para equilibrar diferentes usos, las AMP se enfocan en la protección específica de hábitats críticos. La implementación de ambas estrategias de manera coordinada podría maximizar los beneficios de la conservación, garantizando tanto la sostenibilidad de los recursos marinos como el mantenimiento de la biodiversidad.

De manera similar, las PSSA y las APEI presentan enfoques convergentes en la protección de áreas marinas sensibles, aunque con diferencias clave en términos de gobernanza. Mientras que las PSSA operan bajo la jurisdicción nacional y se enfocan en la regulación de actividades marítimas a través de la OMI, las APEI están orientadas a la protección de ecosistemas en aguas internacionales bajo la supervisión de la ISA. La efectividad de estas estrategias depende en gran medida de la cooperación entre países y del establecimiento de mecanismos de control y cumplimiento efectivos a nivel global.

En cuanto a la regulación de la pesca, los cierres de pesca para la protección de EMV pueden ser una herramienta eficaz cuando se implementan junto con AMP, ya que ambas estrategias buscan reducir el impacto de la actividad pesquera en ecosistemas vulnerables. Mientras que las AMP establecen restricciones permanentes dentro de sus límites, los cierres de pesca pueden ajustarse de manera dinámica en función de la recuperación de los ecosistemas o de nuevas evaluaciones científicas. Esta flexibilidad puede resultar clave para la sostenibilidad de los recursos pesqueros y la protección de la biodiversidad marina a largo plazo.

**Tabla 1.** Análisis comparativo de las estrategias de conservación marina y costera

<b>Estrategia</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Implementación</b>	<b>Gobernabilidad</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Planificación Espacial Marina (MSP)</b>	Gestionar el uso sostenible del espacio marino equilibrando intereses económicos, ambientales y sociales.	A gran escala, requiere colaboración multinivel y enfoque integrado.	Involucra diferentes niveles de gobierno y sectores, basada en participación y datos científicos.	Plan de MSP del Mar Báltico.
<b>Áreas Marinas Protegidas (AMP)</b>	Conservar la biodiversidad y recursos marinos mediante restricciones a actividades humanas.	Varía desde locales a regionales, necesita planes de manejo y legislación específica.	Administración por agencias gubernamentales o co-gestión con comunidades, marco legal fuerte.	Gran Barrera de Coral, Australia.
<b>Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA)</b>	Proteger áreas vulnerables importantes por sus valores ecológicos, socioeconómicos o científicos de impactos marítimos.	Internacional, reconocidas por la OMI, requiere consenso y medidas de protección especiales.	Regulaciones internacionales y cooperación entre estados miembros de la OMI.	Santuario Marino del Archipiélago de Galápagos.
<b>Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI)</b>	Preservar ecosistemas únicos y vulnerables en aguas internacionales, especialmente de actividades como la minería de aguas profundas.	En aguas internacionales, gestionadas por entidades como la ISA, basadas en criterios científicos.	Derecho internacional del mar y regulaciones de la ISA, cooperación global necesaria.	APEIs en la Zona de la Fractura Clarion-Clipperton.
<b>Cierres de pesca para proteger EMV</b>	Regular la pesca para evitar daños a hábitats marinos sensibles y promover la recuperación de ecosistemas sobreexplotados.	Puede ser local, nacional o internacional, depende de la identificación de EMV y soporte de comunidades pesqueras.	Involucra organismos de gestión pesquera y marcos legales para implementación y vigilancia.	Cierres de pesca en montes submarinos y arrecifes de aguas frías.

**Fuente:** Propia

Un análisis comparativo resalta la necesidad de un enfoque integral que integre elementos de diversas estrategias para abordar la complejidad de los ecosistemas marinos y costeros de manera efectiva. Este enfoque no solo facilita la protección de la biodiversidad y la preservación de hábitats críticos, sino que también permite gestionar de manera equilibrada los múltiples usos y valores de los ecosistemas marinos. Para garantizar el éxito a largo plazo de la conservación marina y costera, es fundamental promover la colaboración intersectorial, fortalecer la gobernanza multinivel y mantener un compromiso constante con el monitoreo y la adaptación de las estrategias a los cambios ambientales y socioeconómicos.

## **Conclusiones**

El análisis de las distintas estrategias de conservación marina y costera evidencia que no existe un enfoque único y universalmente aplicable para la gestión sostenible de estos ecosistemas. Cada estrategia - Planificación Espacial Marina (MSP), Áreas Marinas Protegidas (AMP), Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA), Áreas de Interés Ambiental Particular (APEI) y cierres de pesca para la protección de Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMV) - presenta objetivos, métodos de implementación y desafíos específicos. Sin embargo, su combinación y aplicación coordinada pueden maximizar la efectividad de los esfuerzos de conservación, garantizando la protección de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos marinos.

La MSP y las AMP, por ejemplo, pueden complementarse para equilibrar la conservación con el aprovechamiento sostenible de los recursos marinos. Mientras que la MSP se enfoca en la planificación a gran escala del espacio marino para minimizar conflictos entre distintos sectores, las AMP brindan protección específica a hábitats y especies vulnerables. De manera similar, las PSSA y las APEI, aunque operan en distintos marcos regulatorios, comparten el objetivo de proteger áreas marinas con un alto valor ecológico, lo que resalta la importancia de la cooperación internacional en la gobernanza de los océanos.

Los cierres de pesca para la protección de los EMV se han consolidado como una herramienta clave para reducir el impacto de la actividad pesquera sobre ecosistemas frágiles, especialmente cuando se implementan junto con AMP. No obstante, su efectividad depende de una adecuada identificación de los ecosistemas a proteger, la aceptación de las comunidades pesqueras y el cumplimiento riguroso de las regulaciones. Este desafío resalta la necesidad de integrar el conocimiento científico con procesos participativos que involucren a todos los actores relevantes.

Asimismo, el éxito de cualquier estrategia de conservación marina y costera está estrechamente vinculado a la gobernanza multinivel, el financiamiento sostenible, el monitoreo constante y la capacidad de adaptación ante los cambios ambientales y socioeconómicos. La colaboración intersectorial entre gobiernos, organizaciones internacionales, comunidades locales y sectores económicos es esencial para garantizar la implementación efectiva de estas estrategias y su viabilidad a largo plazo.

En conclusión, la conservación de los ecosistemas marinos y costeros requiere un enfoque integral y flexible que combine diferentes estrategias según las necesidades y características de cada región. Un modelo de gestión adaptativo, basado en el monitoreo continuo y la cooperación entre actores clave, permitirá enfrentar los desafíos actuales y futuros, asegurando la sostenibilidad de los océanos y el bienestar de las comunidades que dependen de ellos.

## Referencias bibliográficas

- Espinoza, J. (2017). Estrategias para la conservación de los ecosistemas marinos y costeros. Editorial Científica.
- García, M. (2021). Gestión de áreas marinas y estrategias de conservación: Retos y perspectivas. Editorial Oceánica.
- González, M. (2018). Gestión sostenible de zonas marinas y costeras: Enfoques y desafíos. Universidad de Ciencias Ambientales.
- Jiménez, R. (2018). Estrategias de conservación marina: Enfoques, desafíos y oportunidades. Editorial Ciencias del Mar.
- Morales, L. (2020). Planificación y manejo de ecosistemas marinos y costeros: Enfoques y desafíos. Universidad Ambiental.
- Organización Marítima Internacional (OMI). (2019). Guidelines for the Designation of Particularly Sensitive Sea Areas (PSSA). IMO Publishing.
- Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA). (2021). Environmental Management of Deep-Sea Mining: Protection of Vulnerable Marine Ecosystems. ISA Publications.
- Agardy, T., Notarbartolo di Sciara, G., & Christie, P. (2019). Marine Protected Areas: Past, Present, and Future Challenges. *Marine Policy*, 103(2), 10-25.
- Halpern, B. S., Lester, S. E., & McLeod, K. L. (2020). Planned Versus Reactive Marine Conservation Efforts: The Role of Marine Spatial Planning. *Conservation Letters*, 13(1), 1-9.
- Sala, E., Lubchenco, J., & Grorud-Colvert, K. (2021). Assessing the Effectiveness of Marine Protected Areas in Biodiversity Conservation. *Nature Communications*, 12(1), 2203.
- Pauly, D., & Zeller, D. (2019). Global Fisheries and Marine Biodiversity: Trends, Challenges, and Solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, 45-69.
- Levin, L. A., & Le Bris, N. (2021). The Deep Ocean and Climate Change: Implications for Marine Conservation and Policy. *Science Advances*, 7(3), eabc5479.

# Estudio de la calidad de agua en distintos puntos de muestreo en la comunidad de Peñas Chatas, Provincia de Herrera durante la temporada seca de 2025

Arquimedes Vega  
Universidad Tecnológica Oteima  
arquimedes.vega@oteima.ac.pa  
<https://orcid.org/0009-0009-2933-6169>

DOI: 10.61209/re.v4i2.167

Recibido: 10/2025

Aceptado: 12/2025

Daydamia Vega  
Universidad Tecnológica Oteima  
daydamia.vega@oteima.ac.pa  
<https://orcid.org/0009-0001-9031-6775>

Víctor Mitre  
Universidad Tecnológica Oteima  
victor.mitre@oteima.ac.pa  
<https://orcid.org/0009-0001-1472-5075>

## Resumen

El acceso a agua potable es un derecho fundamental, pero en comunidades rurales como la de Peñas Chatas, ubicada en el distrito de Ocú, provincia de Herrera, a veces es complicado tenerla.

Esta comunidad, tiene una población aproximada de 550 habitantes, depende del abastecimiento de agua proveniente de pozos subterráneos, lo que generó la necesidad de evaluar la calidad del agua conforme a la normativa DGNTI-COPANIT 21:2019. Se desarrolló un estudio de enfoque cuantitativo, descriptivo y exploratorio durante la época seca (abril), en el que se analizaron tres puntos de muestreo representativos del sistema de distribución: tanque de reserva (punto alto), escuela primaria (punto medio) y una vivienda particular (punto bajo). Se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y encuestas aplicadas a 49 jefes de familia para conocer su percepción sobre la calidad establecidos en los tres puntos de muestreo y no se detectó cloro residual en ninguna de las muestras, lo que representa un riesgo sanitario significativo. El análisis microbiológico, se realizó con la técnica Colilert, reveló la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* únicamente en el punto bajo. Los resultados fisicoquímicos evidenciaron que la mayoría de los parámetros evaluados se encontraron dentro de los valores máximos permitidos. La alcalinidad superó los límites.

**Palabras clave:** Calidad del agua, agua potable, normativa DGNTI-COPANIT 21:2019, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico, época seca.

## Abstract

Access to safe drinking water is a fundamental human right; however, in rural communities such as Peñas Chatas, located in the district of Ocú, province of Herrera, significant challenges persist.



This community, with an approximate population of 550 inhabitants, relies on groundwater from wells for its water supply, which created the need to assess water quality in accordance with the DGNTI-COPANIT 21:2019 standard. A quantitative, descriptive, and exploratory study was conducted during the dry season (April), in which three representative sampling points of the distribution system were analyzed: the storage tank (upper point), a primary school (middle point), and a private household (lower point). Physicochemical and microbiological analyses were performed, along with surveys administered to 49 heads of household to assess their perception of water quality. Microbiological analysis, carried out using the Colilert technique, revealed the presence of total coliforms and *Escherichia coli* exclusively at the lower sampling point. Physicochemical results showed that most evaluated parameters were within the maximum permissible limits; however, alkalinity exceeded the established thresholds at all three sampling points, and no residual chlorine was detected in any of the samples, representing a significant public health risk.

**Keywords:** *Water quality, drinking water, DGNTI-COPANIT 21:2019 regulations, physicochemical analysis, microbiological analysis, dry season.*

## Introducción

El agua es una sustancia vital para la existencia de nuestro planeta, se compone de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, formando la molécula química conocida como  $H_2O$  (Peralta, 2007, p.8). La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2022) señala que en los océanos hay vastas extensiones de agua salada, que abarcan aproximadamente el 97.5% y el 2.5% dulce del total de agua en la Tierra. Los polos, tanto el Ártico como el Antártico, albergan una cantidad significativa de agua, representando cerca del 1.74% del total.

En la actualidad, uno de los problemas que enfrentan las comunidades rurales en la República de Panamá es la contaminación de las fuentes de agua. Esta situación afecta no solo la salud pública, sino también el bienestar general de las poblaciones que dependen de estos recursos hídricos para sus actividades cotidianas. Según un informe realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2022), se plantea que la variabilidad climática, el cambio climático, la contaminación, el uso industrial a gran escala y la extracción excesiva han contribuido al agotamiento de las reservas de agua subterráneas. Las estimaciones se sitúan entre 100 y 200  $km^3/año$ , lo que se traduce aproximadamente entre el 15% y el 25% de las extracciones totales de agua subterránea. De acuerdo con Cerón et al., (2021) el agua subterránea por sus características hidrogeológicas presenta menor susceptibilidad a la contaminación provocada por actividades humanas y a las variaciones ambientales.

Asimismo, Hernández (2016) indica que la calidad de las aguas subterráneas es uno de los aspectos más significativos en su gestión, al igual que su disponibilidad. Además, señala que las principales fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano en zonas rurales alrededor del mundo son las aguas subterráneas obtenidas a través de perforaciones y pozos de poca profundidad.

Para reducir la incidencia de enfermedades infecciosas transmitidas por vía fecal-oral, a través de fuentes de aguas, es importante mejorar la calidad de estas y su disponibilidad (Castillo- Vigil y Rovira, 2020). Justamente, lo que busca este trabajo es verificar si se han reportado brotes de enfermedades de origen hídrico, y si la población los reconoce o los menciona dentro de su experiencia. Melgar et



al., (2021), expone que las áreas rurales presentan una marcada negligencia en términos de infraestructura básica de agua potable e instalaciones de saneamiento en los países en desarrollo, lo que expone a la población a una variedad de problemas de salud y enfermedades de transmisión hídrica, como tifoidea, cólera, disentería, hepatitis, infecciones por protozoos, entre otras.

Mora (2016), explica que, Panamá con una población aproximada de 4,058,372 habitantes, el 94.6% de la población recibió agua a través de sistemas de abastecimiento por cañería. Sin embargo, solo el 74.6% tuvo acceso a agua potable de calidad, cumpliendo con las normativas DGNTI-COPANIT 23-395-99.

Los objetivos de esta investigación son, en primer lugar, evaluar la calidad microbiológica y físico química del agua en las fuentes de abastecimiento y, en segundo lugar, proponer acciones y estrategias para mejorar la calidad del agua en la comunidad.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Evaluar la calidad del agua para el consumo humano en distintos puntos de muestreo (punto alto, medio y bajo) dentro de la comunidad de Peñas Chatas mediante un análisis microbiológico y de parámetros fisicoquímicos, durante la temporada seca del 2025.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la calidad del agua en los tres puntos de muestreo establecidos en la comunidad de Peñas Chatas, para comprender su impacto en la salud pública.
- Estimar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos la calidad del agua en diferentes puntos del sistema de acueducto rural de la comunidad de Peñas Chatas, durante la temporada seca del 2025.
- Analizar las opiniones de los residentes de la comunidad de Peñas Chatas sobre la calidad del agua, obtenidas a través de la aplicación de encuestas, con el fin de evaluar sus preocupaciones relacionadas con la calidad del agua consumida y su posible impacto en la salud pública.

### **Justificación**

El acceso al agua potable es un derecho fundamental y una necesidad creciente a nivel mundial, especialmente en el contexto de factores ambientales y antropogénicos que comprometen su disponibilidad y calidad. Entre estos factores se incluyen el cambio climático, el crecimiento poblacional y la contaminación de las fuentes hídricas. En 2022, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que aproximadamente 1,700 millones de personas consumían agua contaminada con microorganismos patógenos, plaguicidas, nitratos, microplásticos y otros compuestos nocivos, lo que incrementa el riesgo de enfermedades de origen hídrico (OMS, 2022).

En comunidades rurales, la vulnerabilidad a estos problemas se acentúa debido a la falta de infraestructura adecuada para el suministro y tratamiento del agua. Diversos estudios han demostrado que la contaminación del agua potable está estrechamente vinculada a enfermedades gastrointestinales, especialmente en zonas donde las fuentes de captación están expuestas a corrientes contaminadas, deficientes sistemas de saneamiento y actividades humanas cercanas (Gleason y Fagliano, 2017). En este sentido, es fundamental evaluar la calidad del agua en la

comunidad de Peñas Chatas, ubicada en el distrito de Ocú, provincia de Herrera, donde el suministro proviene exclusivamente de pozos subterráneos y no existen antecedentes documentados de la evaluación de la calidad del agua.

Esta investigación busca generar información científica que sirva como base para la toma de decisiones y la implementación de políticas públicas orientadas a mejorar la calidad del agua en la comunidad de Peñas Chatas, provincia de Herrera. Lo que permitirá evaluar la calidad del agua consumida por los residentes, identificando la posible presencia de agentes contaminantes y los riesgos sanitarios asociados. Esto es esencial para comprender el impacto de la calidad del agua en la salud de la población y tomar medidas preventivas y correctivas.

Los resultados obtenidos en este estudio serán compartidos a las autoridades locales, tales como: el Ministerio de Salud (MINSA), específicamente al Departamento de Agua Potable, el Comité de Salud, el Representante de Corregimiento y la Junta Administradora de Acueductos Rurales (JAAR). De esta manera, las autoridades tendrán acceso a información técnica y científica sobre la calidad del agua en la comunidad de Peñas Chatas, lo que facilitará la formulación de estrategias y políticas de gestión del agua para garantizar un suministro seguro y adecuado para los habitantes.

Además, estos resultados se presentarán en talleres y reuniones comunitarias en Peñas Chatas, con el objetivo de sensibilizar a la población sobre los riesgos sanitarios asociados con la calidad del agua y fomentar la participación activa de los residentes en la gestión del agua. La difusión de los resultados también permitirá que otras comunidades rurales con características similares utilicen los datos obtenidos para implementar mejoras en sus propios contextos.

La generación de información concreta y fundamentada contribuirá a fortalecer la planificación de proyectos de abastecimiento de agua en zonas vulnerables. Asimismo, esta investigación fomentará la concienciación y participación de la comunidad en el manejo responsable del agua, permitiendo a los habitantes adoptar prácticas más seguras en su uso y almacenamiento, y promoviendo una gestión más sostenible del agua en la región, garantizando la seguridad hídrica tanto en Peñas Chatas como en otras comunidades con problemáticas similares.

## **Metodología**

La investigación de tipo cuantitativo, descriptivo y exploratorio, con un diseño no experimental, se llevó a cabo con un análisis de los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos de las muestras de agua recolectadas en los diferentes puntos de muestreo. Estos resultados fueron comparados con los estándares de calidad establecidos en la normativa DGNTI-COPANIT 21- 2019 para determinar su conformidad con los parámetros de agua potable.

Además, se aplicaron encuestas a 49 residentes, jefes de familia de la comunidad de Peñas Chatas, ubicada en el corregimiento de Peñas Chatas distrito de Ocú; seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, con el propósito de conocer su percepción sobre la calidad del agua destinada al consumo humano, tanto del agua de pozo como del agua de grifo.

La combinación de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos con la información recopilada a través de las encuestas permitió comprender mejor la calidad del agua en la comunidad y su impacto en la salud y bienestar de los habitantes. Igualmente, se identificaron áreas potenciales de mejora para

optimizar el suministro y garantizar un acceso más seguro a este recurso esencial.

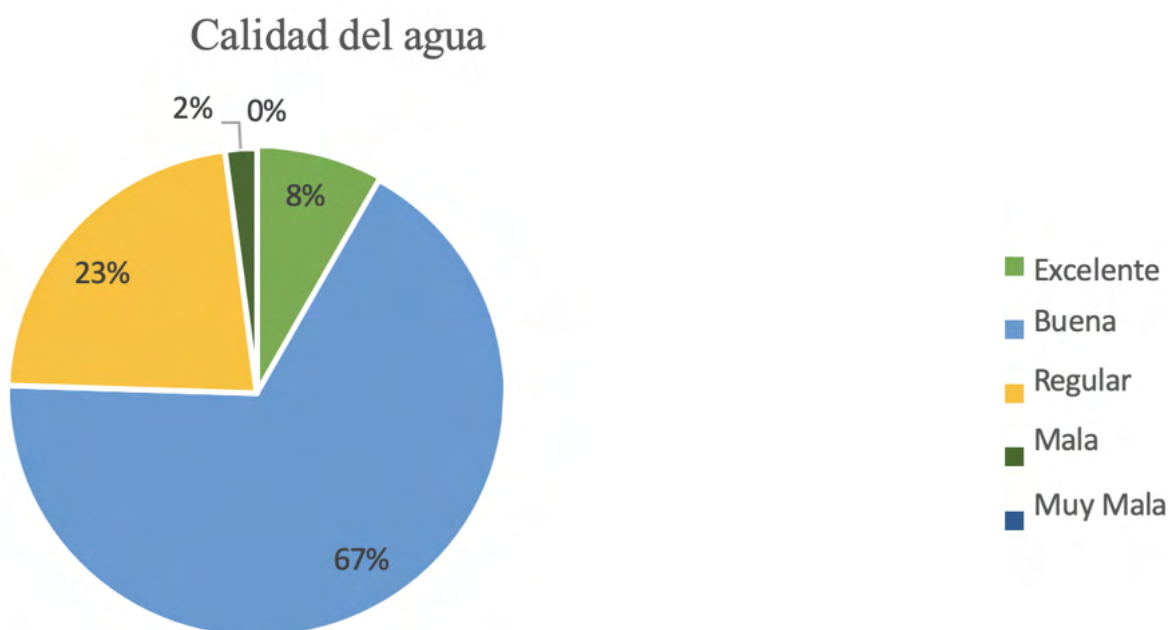
## Resultados

Los datos obtenidos del estudio se analizaron utilizando un modelo de análisis descriptivo, con el objetivo de comparar las medias de cada uno de los parámetros evaluados en los tres puntos de muestreo (Punto alto, punto medio y punto bajo) de la comunidad de Peñas Chatas, tomando como referencia los valores establecidos en el Reglamento Técnico COPANIT 21-35 del año 2019. En cuanto a los parámetros microbiológicos, el análisis se basó únicamente en la interpretación cualitativa de los resultados, ya que solo se tomó una sola muestra por cada punto de muestreo (Punto alto, punto medio y punto bajo). La evaluación se centró en determinar la presencia o ausencia de coliformes totales y *Escherichia coli* en cada una de las muestras, en concordancia con los criterios establecidos en el Reglamento Técnico COPANIT-21,35 2019.

Los datos obtenidos a través de la encuesta fueron tabulados utilizando Microsoft Excel como herramienta principal para el análisis estadístico. Cada pregunta fue organizada en columnas y las respuestas correspondientes en filas, permitiendo estructurar adecuadamente la hoja de cálculo. Además, se generaron gráficos con el propósito de representar visualmente los resultados y facilitar su interpretación. Este enfoque permitió una organización sistemática y un análisis detallado de la información recopilada.

### Figura 1.

*Percepción de la calidad del agua del acueducto de la comunidad de Peñas Chatas*

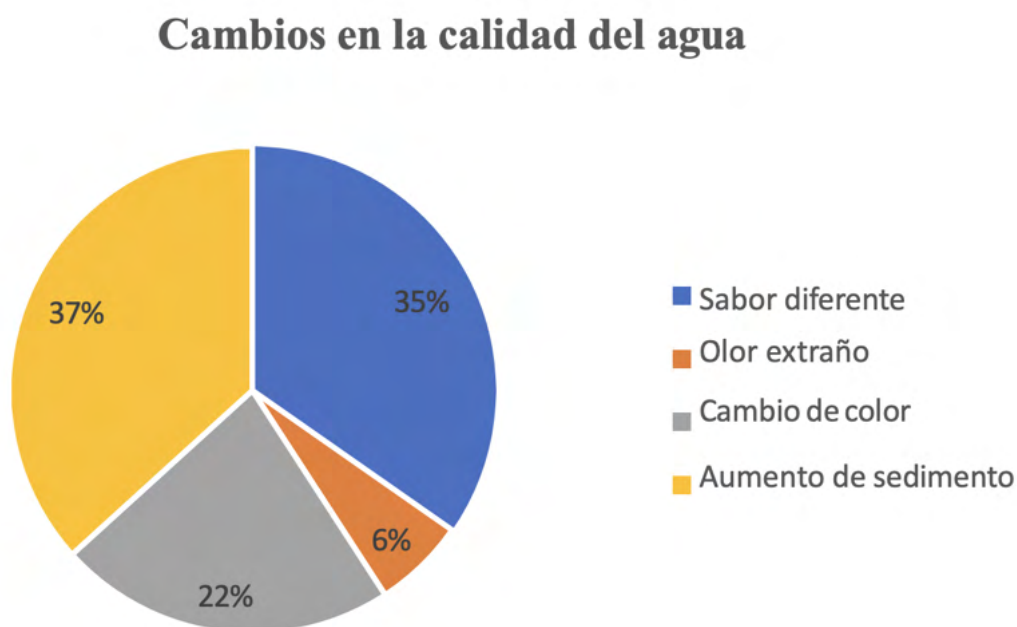


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

Los resultados demuestran que un 67.35% de los encuestados (33 jefes de familia) consideran que la calidad del agua es buena, lo que indica una percepción mayoritariamente favorable por parte de los usuarios de la comunidad de Peñas Chatas. Por otro lado, el 22.44% de los encuestados (11 jefes de familia) opinaron que la calidad del agua es regular. Un 8.16% (4 jefes de familia) consideraron que la calidad del agua es excelente, mientras que el 2.04 % (1 jefe de familia) la califica como mala. Ningún encuestado (0%) calificó el agua como muy mala, lo que elimina la percepción extrema de insatisfacción.

## Figura 2.

*Cualidades asociadas a cambios en la calidad del agua en la comunidad de Peñas Chatas*

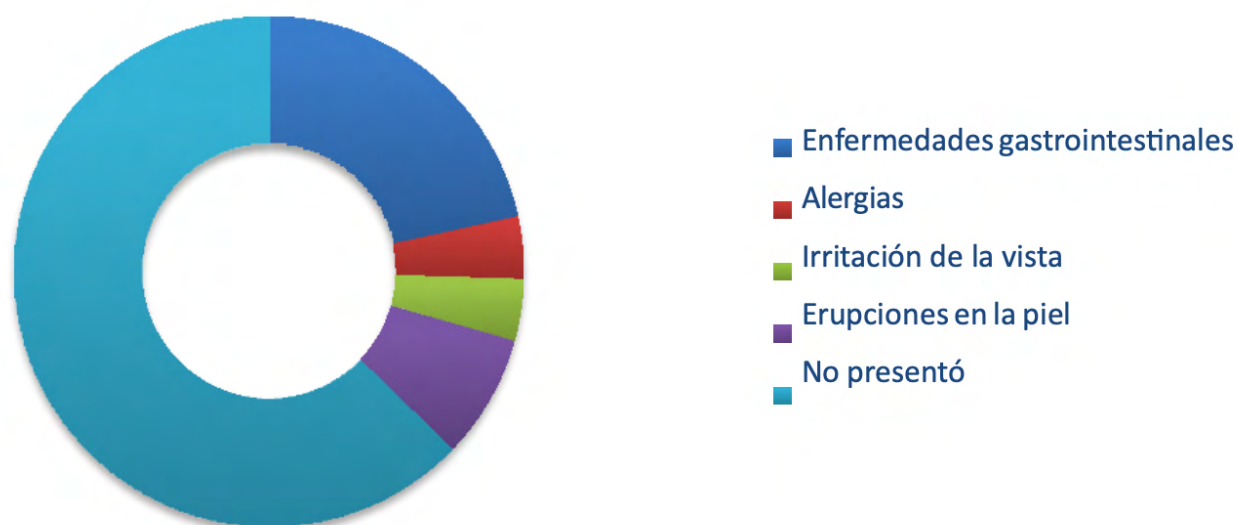


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

La percepción de los resultados obtenidos en este ítem, identificó que el 36.73% de los jefes de familia encuestados (equivalente a 18 personas) percibieron un aumento en la presencia de sedimentos en el agua. Un 34.69% (17 jefes de familia) manifestaron haber notado un cambio en el sabor del agua, mientras que un 22.45% (11 jefes de familia) indicaron haber percibido un cambio de color al habitual. Tan solo un 6.12% (3 jefes de familia) reportaron haber detectado olores extraños en el agua.

**Figura 3.**

*Problemas de salud relacionados con la calidad del agua en la comunidad de Peñas Chatas*

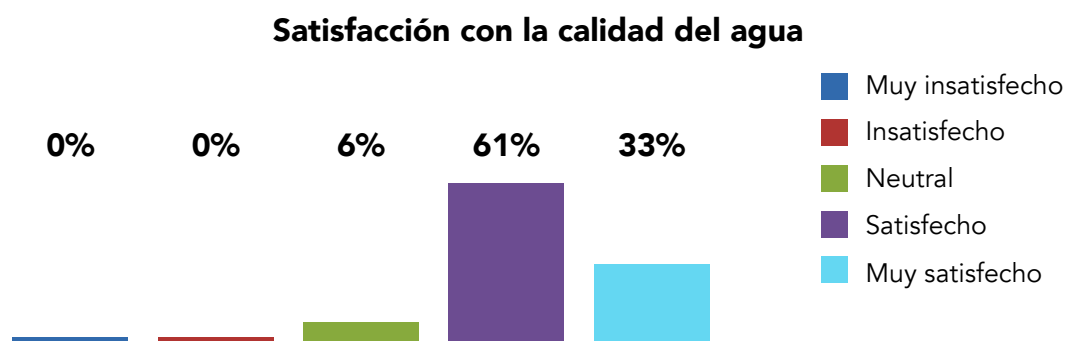


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

El 65.30 % de los encuestados (32 jefes de familia) indicaron no haber presentado ningún problema relacionado con la calidad del agua, lo que sugiere que, en términos generales, la comunidad de Peñas Chatas mantiene un estado de salud relativamente aceptable. No obstante, el 22.45% (11 jefes de familia) reportaron haber sufrido enfermedades gastrointestinales, lo que evidencia la presencia de situaciones que requieren atención y posibles mejoras en la calidad del agua. Además, un 8.16% (4 jefes de familia) manifestaron haber presentado erupciones en la piel, otro 2.04% (1 jefe de familia) reportó alergias, y un 2.04% (1 jefe de familia) señaló haber experimentado irritación de la vista.

**Figura 4.**

*Nivel de satisfacción de acuerdo con la cantidad de agua que reciben los habitantes de la comunidad Peñas Chatas*

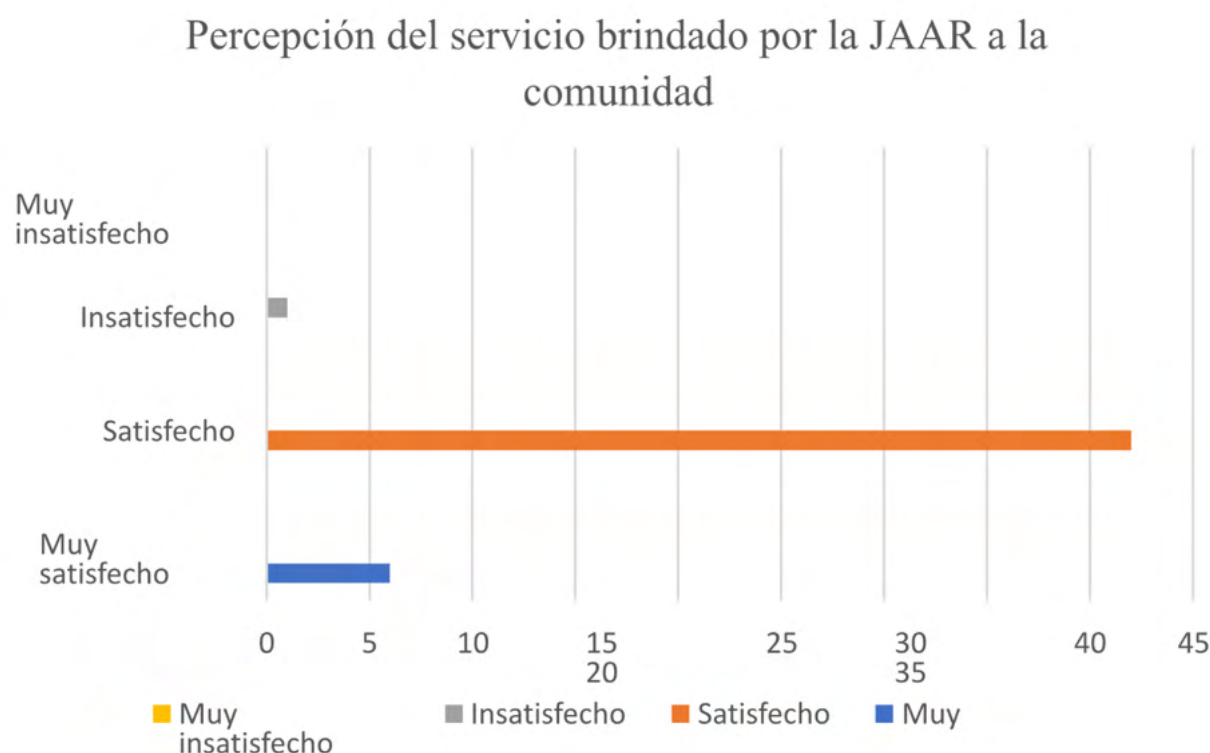


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

Los resultados indican que el 61.22% (30 jefes de familia) expresaron estar satisfechos con la cantidad de agua recibida, mientras que un 32.65% (16 jefes de familia) manifestaron estar muy satisfecho. El 6.12% (3 jefes de familia) adoptaron una postura neutral respecto al suministro. Ninguno de los participantes 0% declaró estar insatisfecho o muy insatisfecho. Estos datos reflejan una percepción altamente satisfactoria sobre el servicio de abastecimiento de agua en la comunidad de Peñas Chatas.

### Figura 5.

*Satisfacción con el servicio general de las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales (JAAR) de la comunidad de Peñas Chatas*



**Fuente:** (Los Autores, 2025).

Los resultados obtenidos sobre la percepción del servicio proporcionado por la Junta Administradora de Acueducto Rural (JAAR) de la comunidad de Peñas Chatas fueron los siguientes: el 85.71% (42 jefes de familia) se mostraron satisfechos, el 12.24% (6 jefes de familia) manifestaron estar muy satisfechos con el servicio brindado, y solo el 2.04% (1 jefe de familia) expresó estar insatisfecho. No se reportaron jefes de familia que se consideraran muy insatisfechos con el servicio brindado por la junta administradora del acueducto de la comunidad de Peñas Chatas.

### Análisis de los parámetros fisicoquímicos

#### Tabla. 1

*Resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en los puntos de muestreo de acuerdo al reglamento técnico DGNTI-COPANIT 21-2019.*

Punto de Muestreo	Alcalinidad (mg/L)	Dureza (mg/L)	Cloruros (mg/L)	pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos Totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Cloro (mg/L)
Punto Alto	210	180	40	7.45	456	323	0.23	0
Punto Medio	200	160	40	7.26	450	317	0.22	0
Punto Bajo	220	150	40	7.27	448	315	0.22	0
<b>Punto de Muestreo</b>	≤ 120	≤ 200	≤250	6,5 - 8,5	≤ 850	≤ 500	≤ 1	≤ 1.5

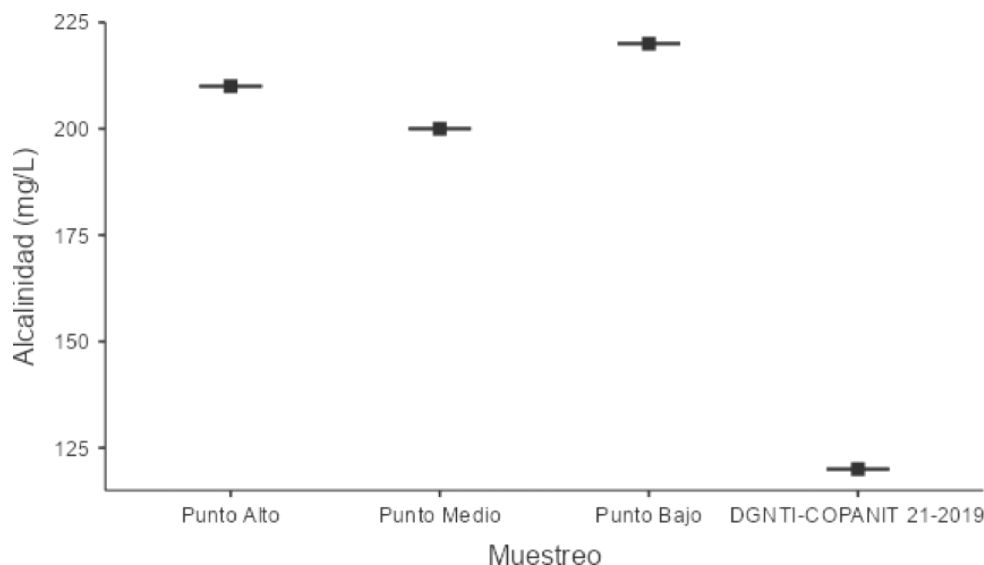
**Fuente:** (Los Autores, 2025).

La tabla evidencia que el parámetro de alcalinidad excede significativamente el valor máximo establecido por la normativa DGNTI-COPANIT 21-2019, que es de 120 mg/L. En todos los puntos evaluados (alto, medio y bajo), se reportan concentraciones entre 200 y 220 mg/L, lo que indica un patrón constante de sobrepaso en este indicador. Esta situación podría estar relacionada con las características geológicas del área y con actividades agrícolas o ganaderas cercanas a las fuentes de captación. En cuanto al parámetro de cloruros, aunque presenta un valor uniforme de 40 mg/L en los tres puntos de muestreo, este se mantiene dentro del límite permitido de 250 mg/L, por lo que no representa un riesgo desde el punto de vista normativo. El resto de los parámetros evaluados (dureza, pH, conductividad, sólidos totales, turbiedad y cloro) también se encuentran dentro de los rangos establecidos, lo que sugiere que, salvo la alcalinidad, el agua cumple con los criterios de calidad fisicoquímica exigidos por la norma.



### Figura 6.

Comparación de los resultados de alcalinidad en los tres puntos de muestreo (época seca 2025) frente al límite permitido por la norma DGNTI-COPANIT 21-2019

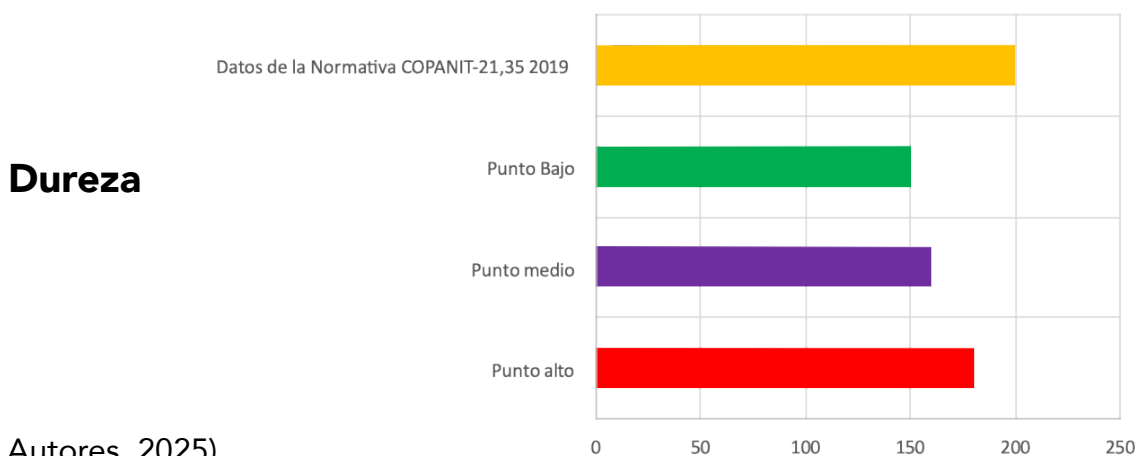


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

La alcalinidad del agua analizada en los tres puntos de muestreo presentó valores por encima del límite permisible de (120 mg/L), registrando concentraciones en el punto alto de (210 mg/L), punto medio (200 mg/L) y punto bajo de (220 mg/L) en las muestras analizadas. Estos resultados indican un exceso de alcalinidad, lo cual se puede atribuir a la presencia de minerales como carbonatos y bicarbonatos de origen geológico, ya que dentro de la comunidad existe una mina de piedra caliza (MICI, 2024). Durante el recorrido, se observó que en áreas cercanas a los pozos hay zonas de producción ganadera además, del uso de fertilizantes en actividades agrícolas.

### Figura 7.

Resultados de la dureza en los tres puntos de muestreo (época seca 2025) frente al límite permitido por la norma DGNTI-COPANIT 21-2019

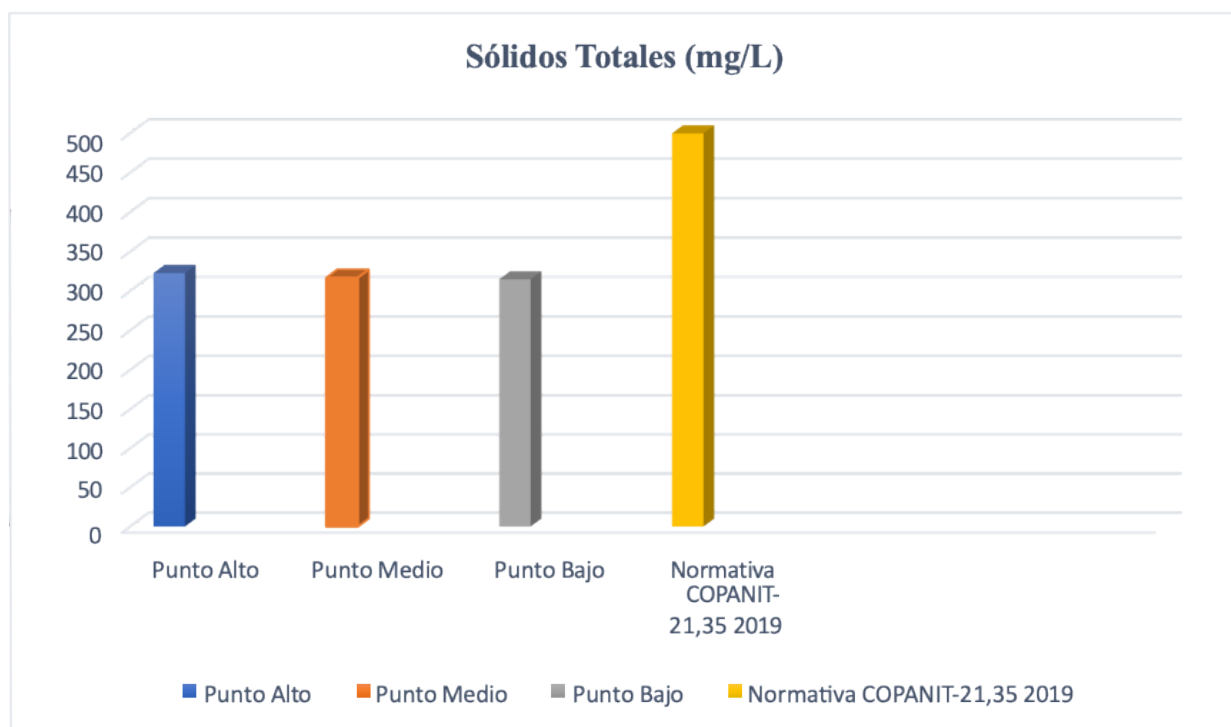


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

Los resultados obtenidos en la evaluación del parámetro de dureza fueron los siguientes: 180 mg/L en el punto alto, 160 mg/L en el punto medio y 150 mg/L en el punto bajo. Estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma DGNTI- COPANIT 21-2019, lo que indica que cumplen con los criterios establecidos en la normativa.

### Figura 8.

*Resultados de sólidos totales en los tres puntos de muestreo (época seca 2025) frente al límite permitido por la norma DGNTI-COPANIT 21-2019*

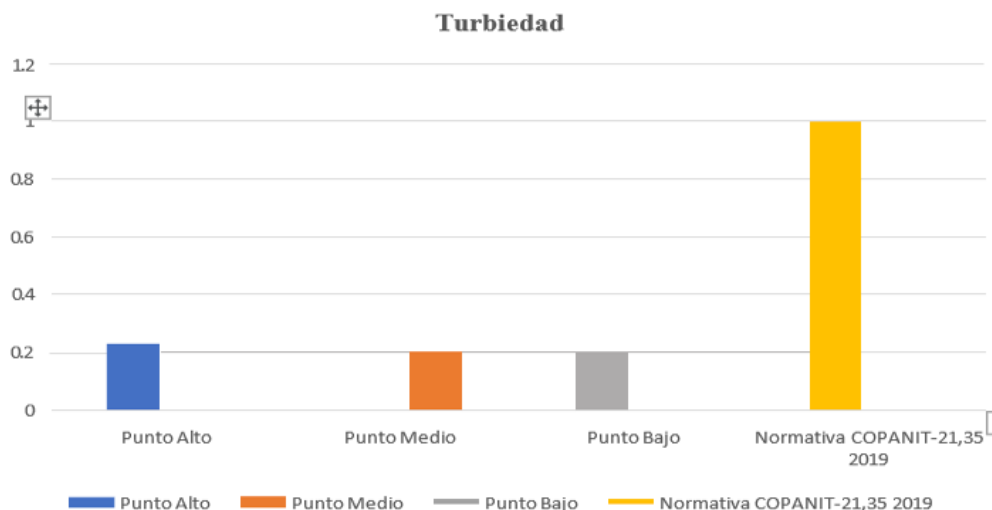


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre sólidos totales disueltos, expresados mediante la conductividad eléctrica, se registraron valores de 456  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el punto alto, 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el punto medio y 448  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el punto bajo. Todos estos valores se encuentran por debajo del límite máximo establecido por la normativa DGNTI- COPANIT 21-2019, que permite hasta 850  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La uniformidad en los niveles de conductividad indica una baja variabilidad en la calidad del agua entre los puntos evaluados y la ausencia de fuentes puntuales de contaminación salina.

### Figura 9.

Resultados de la turbiedad total en los tres puntos de muestreo (época seca 2025) frente al límite permitido por la norma DGNTI-COPANIT 21-2019

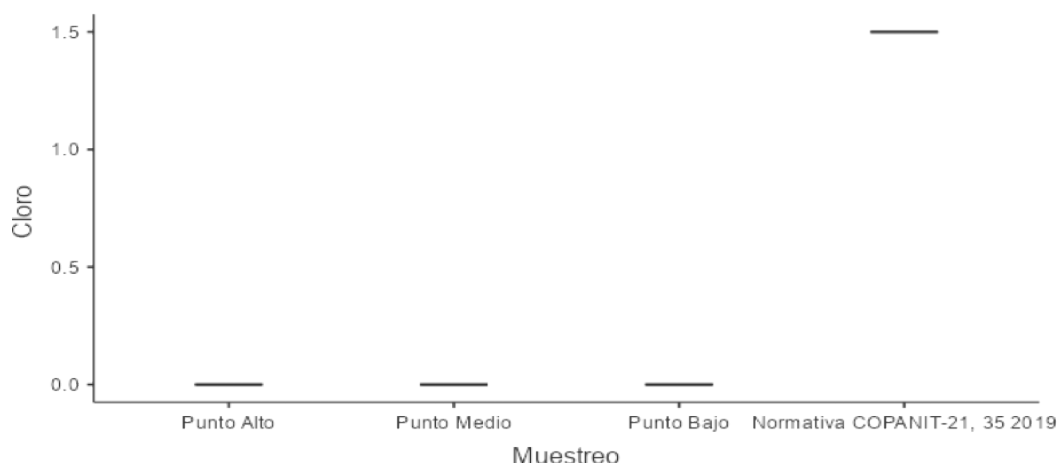


**Fuente:** (Los Autores, 2025).

Los análisis realizados en los distintos puntos de muestreo evidenciaron los siguientes valores de turbiedad: en el punto alto se registró una lectura de 0.23 NTU, mientras que en el punto medio y el punto bajo se obtuvieron valores de 0.22 NTU. Estos resultados están por debajo del límite máximo permitido que es de 1.0 NTU, establecido por la norma panameña DGNTI-COPANIT 21-2019 para la calidad del agua potable. En este contexto, el cumplimiento con los valores normativos en todos los puntos analizados del agua, sino que también garantiza una mayor aceptabilidad y confianza por parte de los usuarios al momento de su consumo.

### Figura 10.

Resultados de la turbiedad total en los tres puntos de muestreo (época seca 2025) frente al límite permitido por la norma DGNTI-COPANIT 21-2019



**Fuente:** (Los Autores, 2025).

Los resultados de cloro residual obtenidos en los tres puntos del acueducto de la comunidad de Peñas Chatas fueron de 0 mg/L. Esta cifra incumple la norma DGNTI- COPANIT 21-2019 que va de un rango de 0,3–1,5 mg/L. La ausencia total permite proliferación de microorganismos, exponiendo a la población a riesgos, a pesar del uso de pastillas de hipoclorito de calcio semanalmente, es insuficiente la cantidad que se le proporciona.

**Tabla 2.**

*Resultados de los análisis microbiológicos (coliformes totales y Escherichia. coli) en tres puntos de muestreo de agua en la comunidad de Peñas Chatas, utilizando la técnica Colilert*

Punto de muestreo	Coliformes totales	E. coli
Punto alto (Tanque reserva)	Ausencia	Ausencia
Punto medio (Escuela Domingo Villalobos)	Ausencia	Ausencia
Punto bajo (Residencia de un usuario)	Presencia	Presencia

**Fuente:** (Los Autores, 2025).

Los resultados obtenidos mediante la técnica Colilert en los tres puntos de muestreo de agua en la comunidad de Peñas Chatas, revelan un patrón de contaminación con diferencias significativas, lo que requiere atención inmediata por parte de la junta local de acueductos. En el punto alto (Tanque de reserva) y punto medio (Escuela Domingo Villalobos) no presentaron la presencia de Coliformes totales y Escherichia coli. Esto puede servir como un indicativo de que estos puntos están libres de contaminación bacteriana. Por otra parte, en el punto bajo (residencia de un usuario) mostró la presencia, tanto de Coliformes totales y Escherichia coli. Cabe señalar que la técnica Colilert, permite conocer la presencia de los microorganismos, sin embargo, no permite cuantificar.

## Conclusiones

- Los resultados de los análisis de los parámetros fisicoquímicos realizados en los tres puntos de muestreo demostraron una uniformidad en cuanto a: pH, conductividad, turbiedad, sólidos totales, cumpliendo con la normativa DGNTI-COPANIT 21:2019, indicando un equilibrio químico adecuado. Sin embargo, la alcalinidad superó el límite máximo de (120 mg/L), los valores en los tres puntos de muestreo alcanzaron un valor mucho mayor: Punto alto (210 mg/L), punto medio (200 mg/L), punto bajo (220 mg/L). Este exceso se atribuye a la disolución de carbonatos y bicarbonatos provenientes de formaciones calcáreas, un fenómeno documentado en la península de Azuero y también por zonas con actividad agrícola y ganadería intensiva.
- Los resultados de los análisis bacteriológicos demostraron la ausencia de Escherichia coli y coliformes totales solo en el punto alto y medio. Por otra parte, se demostró la presencia tanto de Escherichia coli y coliformes totales en el punto bajo (residencia de un usuario). Este hallazgo sugiere

una contaminación localizada en las secciones finales de la red de distribución, posiblemente asociada a problemas de estancamiento en tramos terminales o formación de biopelículas en la tubería, un problema recurrente en sistemas rurales sin mantenimiento periódico.

- Los resultados obtenidos relacionados con la percepción sobre la calidad del agua en la comunidad de Peñas Chatas, revelaron que el 67.35 % de los encuestados considera que el agua es de buena calidad, el 22.55 % la percibe como regular, el 8.16 % como excelente y solo el 2.04 % la califica como de mala calidad. Este contraste entre la percepción de los usuarios y los resultados de los análisis de laboratorio muestra que, en algunas áreas de la comunidad, las personas consideran que la calidad del agua no cumple con las normativas vigentes. En particular, los análisis bacteriológicos realizados en el punto bajo del sistema detectaron la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, lo que representa un riesgo para la salud y existe la necesidad de mejorar los procesos de tratamiento del agua.
- La concentración de hipoclorito de calcio dosificada por la junta administradora del acueducto rural de la comunidad de Peñas Chatas, resultó ser deficiente, ya que no mantiene la frecuencia de desinfección requerida durante el ciclo semanal de operación. Las muestras de agua analizadas en los tres puntos de monitoreo (alto, medio y bajo) mostraron la ausencia de cloro residual libre; que según la norma debe ser 0,3-1,5 mg/L.
- La ausencia de registros de cloración por parte de la junta administradora de acueductos rurales y la dependencia de pastillas de hipoclorito de calcio, evidencian un sistema obsoleto y deficiente que no garantiza el cumplimiento de los estándares de la norma DGNTI-COPANIT 21:2019.

### Referencias bibliográficas

- Castillo, A., & Rovira, D. (2020). El agua como factor de riesgo para la transmisión de protozoarios y helmintos. *Revista Plus Economía*, 8(1), 47-67.  
<https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/442s>
- Cerón, Lina M., Sarria, Jhon D., Torres, Johan S., & Soto-Paz, Jonathan. (2021). Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico. *Información tecnológica*, 32(1), 47-56.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000100047>
- Gleason, J., & Fagliano, J. (2017). Effect of drinking water source on associations between gastrointestinal illness and heavy rainfall in New Jersey. *New Jersey: Pubmed*.  
doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173794>
- Hernández Víquez, C. (2016). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón.  
<https://repositorio.una.ac.cr/items/4360ba83-35ea-4cd2-b5a9-21d995cd2fd1>
- Melgar, Y., Deago, E., & Tejedor, N. (2021). Diagnosis of rural aqueducts supplied from underground sources: El Calabacito case study, Herrera Province, Panama. 17(2), 66-76.  
doi: <https://doi.org/10.33412/idt.v17.2.3256>

- MINSA. (2001). Decreto Ejecutivo N.º 353: Por el cual se crea la Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (DISAPAS).  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto\\_ejecutivo\\_353\\_31-10-2001\\_crea\\_disapas.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto_ejecutivo_353_31-10-2001_crea_disapas.pdf)
- MINSA. (2014). Decreto Ejecutivo N° 1839 del 5 de diciembre de 2014 tiene como objetivo establecer el nuevo marco regulatorio de las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales (JAAR) en Panamá. Panamá: Minsa. Obtenido de  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/general/decreto\\_ejecutivo\\_no\\_1839\\_05-12-2014.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/general/decreto_ejecutivo_no_1839_05-12-2014.pdf)
- Mora, D. (2016). Estudio comparativo en el acceso a los servicios de agua potable entre Panamá y Costa Rica. Costa Rica: Tecnología en Marcha. Obtenido de  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037939822018000400084&lang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037939822018000400084&lang=es)
- ONU. (2022). Escasez de agua, crisis climática y seguridad alimentaria mundial: un llamamiento a la acción colaborativa. ONU. Obtenido de  
<https://www.un.org/es/cr%C3%B3nica-onu/escasez-de-agua-crisis-clim%C3%A1tica-y-seguridad-alimentaria-mundial-un-llamamiento-la>
- UNESCO. (2022). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2022. Unesco. Obtenido de  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380726\\_spa/PDF/380726spa.pdf.multi](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380726_spa/PDF/380726spa.pdf.multi)

## Normas editoriales e instrucciones para autores.

### EPICENTRO Ciencia Tecnología Innovación

Es una revista especializada con periodicidad semestral, cuyo objetivo fundamental es publicar investigaciones, artículos, ensayos temáticos y documentos originales e inéditos. Su enfoque abarca temas de interés para la comunidad académica y científica, con énfasis en las ciencias, la tecnología y la innovación a nivel nacional, regional y global.

El autor o los autores que deseen publicar deberán ajustar sus documentos a las siguientes normas e instrucciones:

- 1) EPICENTRO publica trabajos en español e inglés.
- 2) Los manuscritos enviados a EPICENTRO para su posible publicación deben ser inéditos (no publicados previamente en ninguna revista).
- 3) La precisión de la información en los manuscritos incluyendo figuras, gráficos y citas bibliográficas son responsabilidad exclusiva del autor o de los autores.
- 4) El Consejo Editorial de EPICENTRO considerará la presentación, contenido y estilo de cada manuscrito, el cual será sometido a un sistema de arbitraje por especialistas en el tema, quienes emitirán su opinión sobre la aceptación o rechazo del trabajo.
- 5) Todo trabajo recibido por el Consejo Editorial merecerá un acuse de recibo inmediato, preferentemente por vía electrónica.
- 6) El documento propuesto para publicación, que no cumpla, en primera instancia, con las instrucciones del proceso editorial a ser cumplidas por los autores, o por el dictamen de los evaluadores, será rechazado.
- 7) Los artículos serán enviados de forma anónima a dos evaluadores externos profesionales, especialistas en la materia para su supervisión académica, (método doble ciego, por pares). Si hay discrepancia entre estos evaluadores, se enviará a un tercer evaluador.
- 8) Los trabajos que hayan sido rechazados no serán aceptados posteriormente por el Consejo Editorial de EPICENTRO.
- 9) El orden de publicación se hará en función a las fechas de recepción y aceptación de cada trabajo.
- 10) Los autores que envíen manuscritos y resulten aceptados para su publicación, ceden el derecho de "Copyright" a EPICENTRO, incluyendo el derecho de reproducirlos en cualquier forma y medio.

### Proceso Editorial - Instrucciones:

Los manuscritos deberán enviarse a Consejo Editorial de EPICENTRO (revista.epicentro@oteima.ac.pa) en un archivo electrónico, en procesador de texto Word, 11 puntos. El texto deberá presentarse con márgenes de 3 centímetros y todas las páginas numeradas consecutivamente, a espacio y medio (1.5).

Si los evaluadores recomiendan la aceptación del manuscrito para su publicación, enviarán sus dictámenes y sugerencias; en caso de que los hubiera, serán anotadas en la primera versión del documento. Estas serán compiladas y enviadas al proponente, quien deberá remitir la versión corregida. Posteriormente, el autor recibirá la notificación de aceptación antes de la edición e impresión del manuscrito en formato físico y digital.



## **Estructura general de los Artículos**

### **Metadatos del documento:**

En una hoja independiente deberá presentar el título del artículo junto con: a) nombre(s), de autor(es), según el orden deseado, b) afiliación institucional de cada autor (o como investigador independiente), Código ORCID y correo electrónico (de afiliación) de cada autor.

### **Resumen y Abstract**

Iniciando en otra página, se debe presentar el título del trabajo, resumen y abstract (en español y en inglés), el cual deberá ser conciso y claro, máximo de 150 palabras describiendo los resultados y conclusiones más importantes de la investigación. En renglón aparte, deberán aparecer entre 3 a 5 palabras clave (keywords).

### **Texto**

Se usará el siguiente orden de presentación: Introducción y/o Antecedentes, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones y Referencias Bibliográficas. Las figuras, cuadros y gráficos deben estar referidos en el texto. Las citas que se incluyen en el texto deben figurar en la sección de Referencias Bibliográficas, presentándose de manera completa.

Las referencias bibliográficas deberán incluir entre 10 y 12 fuentes, las cuales, preferiblemente, no excedan los 5 años de antigüedad y contengan DOI (Digital Object Identifier).

Se recomienda el uso de la Guía de APA (versión vigente a la fecha de publicación). Las fotografías que sean parte del manuscrito deben presentarse con un enfoque nítido, un contraste adecuado y estar preparadas para su publicación tanto en color como en blanco y negro.

### **Para más información, se exhorta a los autores a revisar:**

-Código de Ética y adhesión a normas y códigos de ética internacionales en:

[https://drive.google.com/file/d/1330OCQJ5hdmR0IOTRb\\_vbi9y-RElqD\\_G/view](https://drive.google.com/file/d/1330OCQJ5hdmR0IOTRb_vbi9y-RElqD_G/view)

- Políticas para la detección de plagio en:

<https://drive.google.com/file/d/1JoFfLHRtLdsgGCyKri5c3x8lUPYr0rj5/view>

- Políticas de preservación de archivos digitales en:

<https://drive.google.com/file/d/1iZClqlvIW0kc-mn78ZM3EcZXKoKYOLhJ/view>



Universidad  Tecnológica  
**OTEIMA**  
Formadores de Líderes  
**REACREDITADA**

**MATRÍCULAS ABIERTAS**

**PRIMEROS INGRESOS 2025**

**¡EN OTEIMA  
SU EDUCACIÓN,  
ES LA MEJOR  
INVERSIÓN!**



## **TÉCNICOS UNIVERSITARIOS Y LICENCIATURAS**

- **Ingeniería Informática y Sistemas Electrónicos**  
Res. CTF-108-2019/ Res. CTF-109-2019/ Fecha de expedición: 25-jun-2019
- **Derecho y Ciencias Políticas**  
Res. CTDA-182-2019/Res. CTDA-181-2019/ Fecha de expedición: 20-nov-2019
- **Administración Agropecuaria**  
Res. CTDA-06-2018/Res. CTDA-07-2018/ Fecha de expedición: 29-ene-2018
- **Administración c/é en Comercio Exterior**  
Res. CTDA-133-2018/ Res. CTDA-132-2018/ Fecha de expedición: 09-jul-2018
- **Administración c/é en Mercadeo**  
Res. CTDA-131-2018/Res. CTDA-133-2018/ Fecha de expedición: 09-jul-2018
- **Inglés**  
Res. CTDA-42-2023/Res. CTDA-43-2023/ Fecha de expedición: 08-feb-2023
- **Informática c/é en Redes y Telecomunicaciones**  
Res. CTDA-85-2023/ CTDA-86-2023 / Fecha de expedición: 22-mar-2023
- **Informática c/é en Ciberseguridad**  
Res. CTDA-85-2023/ CTDA-86-2023 / Fecha de expedición: 22-mar-2023
- **Didáctica de la Física**  
Res. CTDA-03-2019/ Res. CTDA-04-2019/ Fecha de expedición: 15-ene-2019
- **Didáctica de la Biología**  
Res. CTDA-062-2019/Res. CTDA-063-2019/ Fecha de expedición: 08-abr-2019
- **Didáctica de la Química**  
Res. CTDA-EE-02-16-2021/ Res. CTDA-EE-02-17-2021/ Fecha de expedición: 11-mar-2021
- **Profesorado en Educación Primaria**  
Res. CTDA-49-2020/ Res. CTDA-50-2020/ Fecha de expedición: 02-dic-2020
- **Profesorado en Educación Preescolar**  
Res. CTDA-60-2020/ Res. CTDA-61-2020/ Fecha de expedición: 14-dic-2020
- **Restauración Forestal y Sistemas Pecuarios**  
Res. CTDA-224-2021/ Fecha de expedición: 29-sep-2021

## **ESPECIALIZACIONES Y MAESTRÍAS**

- **Entornos Virtuales de Aprendizaje**  
Res. CTDA-39-2022/Res. CTDA-40-2022/ Fecha de expedición: 14-mar-2022
- **Seguridad Calidad y Ambiente c/é en Auditoría Ambiental**  
Res. CTDA-328-2022/ Res. CTDA-329-2022/ Fecha de expedición: 14-sep-2022
- **Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos**  
Res. CTDA-106-2021/Res. CTDA-107-2021/ Fecha de expedición: 4-ago-2021
- **Didáctica del Idioma Inglés con énfasis en Enseñanza en Línea**  
Res. CTDA-296-2021/Res. CTDA-297-2021/ Fecha de expedición: 15-dic-2021
- **Tecnología Informática y de Comunicación**  
Res. CTDA-225-2021/Res. CTDA-226-2021/ Fecha de expedición: 29-sep-2021
- **Docencia Superior**  
Res. CTF-22-2017/Res. CTF-23-2017/ Fecha de expedición: 30-ago-2017
- **Didáctica de las Ciencias Naturales**  
Res. CTDA-217-2023/Res. CTDA-218-2023/ Fecha de expedición: 27-jul-2023
- **Agronegocios**  
Res. CTDA-83-2019/Res. CTDA-84-2019/ Fecha de expedición: 17-may-2019
- **Lingüística y Español**  
Res. CTDA-110-2021/Res. CTDA-111-2021/ Fecha de expedición: 12-ago-2021
- **Profesorado en Educación Media Diversificada con Enseñanza en Línea**  
Res. CTDA-091-2019/ Fecha de expedición: 03-jun-2019
- **Bioteecnologías Reproductivas en Bovinos**  
Res. CTDA-170-2019/Res. CTDA-171-2019/ Fecha de expedición: 29-oct-2019
- **Protección y Gerencia de Cultivos Tropicales**  
Res. CTDA-04-2020/Res. CTDA-05-2020/ Fecha de expedición: 13-ene-2020