

**Impacto ambiental de las
aguas residuales
domésticas, análisis
de su incidencia
en enfermedades
y la salud pública de
Pueblo Nuevo, Ica- Perú**

ISBN: 978-9942-679-92-5

Luz Angela Yauricasa Conislla
Esmeralda del Rocío Córdova Barrios
Félix Ricardo Belli Carhuayo
Rene Anselmo De la torre Castro
Jenny Edith Quispe Quispe
Leyla Luisa De la torre Poma
Zonia Felicitas Quispe Quispe
Marcos Ruperto Cabrera Pimentel



**Impacto ambiental de las
aguas residuales
domésticas, análisis
de su incidencia
en enfermedades
y la salud pública de
Pueblo Nuevo, Ica- Perú**

Impacto ambiental de las aguas residuales domésticas, análisis de su incidencia en enfermedades y la salud pública de Pueblo Nuevo, Ica- Perú

Autores:

Luz Angela Yauricasa Conislla, Esmeralda del Rocío Córdova Barrios,
Félix Ricardo Belli Carhuayo, Rene Anselmo De la torre Castro, Jenny
Edith Quispe Quispe, Leyla Luisa De la torre Poma, Zonia Felicitas Quispe
Quispe, Marcos Ruperto Cabrera Pimentel

Impacto ambiental de las aguas residuales domésticas, análisis de su incidencia en enfermedades y la salud pública de Pueblo Nuevo, Ica- Perú

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación íntegra o parcialmente por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquiera otro, sin la autorización previa por escrito al Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador (CIDE).

Copyright © 2026

Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador

Tel.: + (593) 04 2037524

<http://www.cidecuador.org>

ISBN: : 978-9942-679-92-5

doi.org/10.33996/cide.ecuador.IA2679925

Dirección editorial: Lic. Pedro Misacc Naranjo, Msc.

Coordinación técnica: Lic. María J. Delgado

Diseño gráfico: Lic. José Fuentes

Diagramación: Lic. Alba Gil

Fecha de publicación: marzo 2026



Guayaquil, Ecuador

La presente obra fue evaluada por pares académicos experimentados en el área.

Este libro ha sido revisado por pares externos

Teresa Barreto Véliz

Universidad de Oriente, Monagas, Venezuela, PAR 1

Rafael David Estrada

Universidad Gran Mariscal de Ayacucho (UGMA),

Monagas, Venezuela, PAR 2

Catalogación en la Fuente

Impacto ambiental de las aguas residuales domésticas, análisis de su incidencia en enfermedades y la salud pública de Pueblo Nuevo, Ica-Perú / Luz Angela Yauricasa Conislla, Esmeralda del Rocío Córdova Barrios, Félix Ricardo Belli Carhuayo, Rene Anselmo De la torre Castro, Jenny Edith Quispe Quispe, Leyla Luisa De la torre Poma, Zonia Felicitas Quispe Quispe, Marcos Ruperto Cabrera Pimentel. - Ecuador: Editorial CIDE, 2026

104 p.: incluye tablas, figuras; 17,6 x 25 cm.

ISBN: : 978-9942-679-92-5

1. Aguas servidas domésticas 2. Salud Pública

Dedicamos esta obra a las comunidades que conviven diariamente con los efectos silenciosos de la degradación ambiental y que, aun sin protagonismo en los debates científicos, constituyen la razón esencial de toda investigación con sentido humano. En especial, al centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica, cuyo contexto social y ambiental nos permitió comprender que la salud pública no puede analizarse de manera aislada del territorio, del ambiente ni de las decisiones colectivas.

Este trabajo es también un reconocimiento al valor del conocimiento compartido. Investigadores provenientes de distintas especialidades convergen en un mismo propósito: integrar la ciencia ambiental, la salud, la gestión y el análisis social para interpretar una problemática compleja que exige miradas múltiples y soluciones articuladas. En esa convergencia reside la fortaleza de esta investigación.

En un escenario global marcado por el cambio climático, la presión sobre los recursos hídricos y los desafíos sanitarios emergentes del nuevo milenio, dedicamos este estudio a las generaciones presentes y futuras, con la convicción de que la investigación interdisciplinaria es una herramienta esencial para construir decisiones más justas, sostenibles y responsables.

Finalmente, esta obra se dedica a todos los profesionales que viven y sienten que la ciencia no solo debe describir la realidad, sino también transformarla, colocando la vida, la salud y el ambiente en el centro del desarrollo humano.

Agradecimiento

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de manera directa o silenciosa, hicieron posible la realización de esta investigación. En particular, a la comunidad del centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica, por su apertura, disposición y confianza, al permitirnos acercarnos a su realidad cotidiana y comprender que detrás de cada indicador ambiental y sanitario existen historias humanas que merecen ser escuchadas y respetadas.

Agradecemos también a los profesionales y especialistas que, desde sus distintos campos del conocimiento, contribuyeron con orientaciones, reflexiones y experiencias que enriquecieron el enfoque interdisciplinario de este estudio. Su acompañamiento académico y ético fue fundamental para consolidar un trabajo que trasciende los límites de una sola disciplina.

Reconocemos el apoyo de las instituciones académicas y editoriales que promueven la investigación científica con sentido social, en especial a la Editora CIDE-Ecuador, por su compromiso con la difusión del conocimiento orientado al desarrollo humano, la sostenibilidad y la integración de saberes.

Finalmente, agradecemos a nuestras familias y entornos cercanos, cuyo respaldo constante hizo posible sostener el esfuerzo intelectual y humano que implica toda investigación. A todos ellos, nuestro reconocimiento, con la convicción de que el conocimiento construido de manera colectiva es una de las formas más nobles de contribuir a una sociedad más justa, consciente y solidaria.

Tabla de contenido

Dedicatoria	5
Agradecimiento	6
Introducción	11

Capítulo 1

Aguas servidas: reto no superado del crecimiento urbano

1.1 Aguas servidas, definiciones básicas, caracterización	17
1.1.1 Caracterización de las aguas residuales domesticas	18
1.1.2 Caracterización de las aguas residuales Industriales	19
1.2 Infraestructura Urbana requerida para el manejo de las aguas servidas doméstica	20
1.3 Legislación ambiental y control de vertidos de aguas residuales	23
1.3.1 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para calidad del agua del Perú	25

Capítulo 2

Impactos derivados del manejo deficiente de las aguas servidas

2.1 Impactos ambientales por el vertido de aguas servidas no tratadas	28
2.1.1 Eutrofización y pérdida de la biodiversidad	28
2.1.2 Contaminación de acuíferos y aguas subterráneas	30
2.1.3 Contaminación de los suelos	31
2.1.4 Impactos en la cadena alimentaria	32
2.2 Impactos de las descargas de aguas servida no tratadas en la salud de las comunidades	33

Capítulo 3

Impacto del manejo inadecuado de las aguas servidas en la salud de la comunidad Pueblo Nuevo. Caso de estudio

3.1 Objetivos de la investigación	41
3.2 Hipótesis de la investigación	42
3.2.1 Variables de investigación	42
3.3 Recorrido sistémico de la investigación	45
3.3.1 Área de estudio	45
3.3.2 Ubicación de los puntos de monitoreo	47
3.3.3 Tipo, nivel y diseño de investigación	47
3.3.4 Diseño de Investigación	48
3.3.5 Población y muestra	48
3.3.6 Técnicas de recolección de datos	50
3.3.7 Instrumentos de recolección de datos	50
3.3.8 Técnicas de procesamiento de datos e interpretación de los resultados	51
3.4 Resultados y análisis	52
3.4.1 Analizar el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas en la incidencia de enfermedades y la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica	53
3.4.2 Análisis de la percepción y experiencia directa de la población, sobre el efecto de las aguas residuales domésticas en la incidencia de enfermedades y la salud pública	58
3.4.2.1 Evaluar las aguas residuales domésticas en la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica	78
3.4.2.2 Evaluar la regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas a la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica	81
3.4.2.3 Evaluar el manejo de las aguas residuales domésticas en función de la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica	85
Conclusiones	90
Recomendaciones	91
Referencias	92
Semblanza de los autores	101

La contaminación por aguas residuales es un problema mundial que requiere de acciones contundentes y sostenibles, para ello es imprescindible que se dimensione la magnitud de la situación y por supuesto, los riesgos que se derivan de un manejo deficiente y su inadecuada disposición en el ambiente. La creciente generación de estas corrientes, debe tener un abordaje sistémico, donde se conjuguen estrategias firmes que incluyan soluciones ingenieriles con la dotación de infraestructura básica para su manejo, un basamento legal robusto que la regule y el fortalecimiento del conocimiento técnico de los encargados de su manejo, sin soslayar el impulso que daría a cualquier iniciativa, la sensibilización de los ciudadanos sobre lo que representa esta problemática.

El vertido de aguas residuales sin tratar en áreas urbanas plantea un problema significativo. Según ONU-Agua, en las regiones urbanas pobres, una cantidad considerable de aguas residuales se vierte directamente en los sistemas de drenaje o en cuerpos de agua cercanos sin tratamiento previo. Este efluente no tratado contiene desechos domésticos, excrementos humanos, productos químicos peligrosos y desechos médicos, lo que ocasiona contaminación ambiental, especialmente en zonas residenciales densamente pobladas [Zabaya et al., 2023]. Aunque el acceso al agua potable, saneamiento e higiene es fundamental para mejorar los estándares de vida, también juega un papel crucial en la protección de la salud pública y el medio ambiente. A medida que los países trabajan para mejorar su cobertura de saneamiento, es crucial que reduzcan al mínimo la descarga de aguas residuales sin tratar al medio ambiente, aprovechando la energía y los nutrientes que estas contienen [Carmo et al., 2024].

La contaminación ambiental y los problemas de salud pública asociados a la gestión ineficiente de las aguas residuales y los vertidos de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente en muchas regiones del mundo, están relacionados a localidades con infraestructura sanitaria deficiente. Perú, no escapa a esta realidad y en

el caso específico en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento adecuado ha generado contaminación en cuerpos de agua y suelos, afectando la calidad de vida de la población. Este problema ha sido identificado como un factor de riesgo en la proliferación de enfermedades de origen hídrico, lo que hace urgente la evaluación de su impacto y la formulación de estrategias de mitigación.

El Centro Poblado de Pueblo Nuevo enfrenta una creciente problemática ambiental y sanitaria debido a la falta de sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales. La ausencia de infraestructuras eficientes ha generado contaminación en fuentes hídricas y suelos, lo que podría estar asociado con un aumento en enfermedades infecciosas entre la población. Esta investigación busca responder a la pregunta: ***¿En qué medida el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica?***

Diversos estudios han abordado el impacto de las aguas residuales domésticas en la salud pública. Investigaciones previas han demostrado que la presencia de contaminantes biológicos y químicos en cuerpos de agua está correlacionada con un aumento en la incidencia de enfermedades gastrointestinales y dermatológicas (Iodice and Senatore, 2015; Masachessi et al., 2015). En otras regiones del Perú, estudios han evidenciado que la falta de saneamiento básico es un factor determinante en la propagación de infecciones intestinales y enfermedades transmitidas por el agua ([Lima, 2020). Sin embargo, en el contexto específico del Centro Poblado de Pueblo Nuevo, no se ha realizado un análisis integral que relacione el impacto ambiental de las aguas residuales con la salud pública. Esta fue la motivación primigenia para desarrollar la investigación que funge como base del presente texto.

La relevancia de la precitada investigación radica en su contribución a la comprensión de los efectos ambientales y sanitarios del vertimiento de aguas residuales domésticas sin tratamiento. Sus hallazgos permitirán fundamentar la toma de decisiones por parte de autoridades locales y organismos de salud, orientando estrategias de mitigación para reducir la incidencia de enfermedades. Además, esta investigación aporta información clave para sensibilizar a la población sobre la necesidad de mejorar

la gestión de los recursos hídricos y promover infraestructuras de saneamiento sostenibles.

Fue utilizado un enfoque cuantitativo y descriptivo-correlacional para analizar la relación entre la contaminación de las aguas residuales domésticas y la incidencia de enfermedades en la comunidad. Los muestreos de calidad del agua realizados en diferentes puntos de la zona los cuales fueron comparados con los estándares de calidad ambiental establecidos por la normativa nacional (D.S. N° 004-2017-MINAM). Asimismo, se recopilaron datos epidemiológicos de enfermedades relacionadas con el agua mediante registros de centros de salud y encuestas a la población.

Este texto aportará evidencia científica sobre la relación entre la contaminación por aguas residuales y la salud pública en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo. Su valor radica en la identificación de los principales riesgos sanitarios derivados de la deficiencia en el tratamiento de aguas residuales y en la formulación de recomendaciones para mejorar la calidad ambiental y reducir la propagación de enfermedades. Los resultados podrán servir de base para futuras investigaciones y para la implementación de políticas públicas en materia de saneamiento y salud ambiental. El contenido se organizó en tres capítulos:

Capítulo 1: “AGUAS SERVIDAS: RETO NO SUPERADO DEL CRECIMIENTO URBANO”, donde se introduce el tema de las aguas servidas, sus conceptos básicos como contaminación hídrica, enfermedades de origen hídrico y salud pública, se realiza una aproximación a la problemática que representa el manejo inadecuado de estas corrientes, con presentando estudios previos sobre el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas en la salud pública, destacando investigaciones nacionales e internacionales, la infraestructura para su manejo y la legislación ambiental que regula en Perú el manejo de estas corrientes.

Capítulo 2: IMPACTOS DERIVADOS DEL MANEJO DEFICIENTE DE LAS AGUAS SERVIDAS, donde se describe de manera general los impactos al ambiente derivados de los vertidos de efluentes domésticos no tratados; en el caso de los problemas al ambiente se señalan entre los más importantes, la eutrofización, pérdida de

la biodiversidad, contaminación de acuíferos, contaminación de los suelos e impacto negativo en la cadena alimenticia. De igual forma se aborda, de manera general, los impactos en la salud, donde se presenta la relación entre la incidencia de algunas enfermedades denominadas de origen hídrico y el manejo deficiente de las aguas servidas.

Capítulo 3: IMPACTO DEL MANEJO INADECUADO DE LAS AGUAS SERVIDAS EN LA SALUD DE LA COMUNIDAD PUEBLO NUEVO. CASO DE ESTUDIO. En este apartado hace un esbozo de la investigación realizada en la comunidad de Pueblo Nuevo, donde se detalla el enfoque metodológico de la investigación, se describen las técnicas de recolección de datos, los criterios de selección de muestras y el procesamiento de datos. Se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis de muestras de agua y los registros de salud pública. Se comparan los niveles de contaminantes con los estándares ambientales y se analiza la correlación entre la contaminación del agua y la incidencia de enfermedades en la comunidad de Pueblo Nuevo, los resultados obtenidos se interpretaron a la luz de estudios previos y del marco teórico. Se analiza el impacto de las aguas residuales en la salud pública y se comparan los datos con investigaciones similares realizadas en otras regiones. Se discuten las implicaciones ambientales y sanitarias de los hallazgos. Se proponen estrategias para mejorar el tratamiento de aguas residuales domésticas y mitigar sus efectos en la salud pública. Se sugieren medidas para fortalecer la infraestructura sanitaria y promover la educación ambiental en la comunidad.

Capítulo



**Aguas servidas reto
no superado del
crecimiento urbano**

Aguas servidas: reto no superado del crecimiento urbano

El crecimiento acelerado de la población mundial plantea uno de los retos urbanos más críticos e importante: el manejo adecuado de las aguas servidas. La relación proporcional de más habitantes más utilización de agua con diferentes fines y en consecuencia más efluentes generados que requieren ser tratados y dispuestos adecuadamente, demanda de una gestión prolija para el manejo de estas corrientes de manera tal que afecte lo menos posible los recursos naturales. El manejo debe incluir el desarrollo y construcción de infraestructuras para atender la demanda producto de la expansión de urbanismos y centros poblados. Lamentablemente, la realidad demuestra que estos dos aspectos no van a la par. El grado de obsolescencia de los sistemas diseñados para una población inicial es alto, rara vez dan respuesta o no contemplaron los crecimientos futuros, provocando colapso de estos sistemas especialmente cuando se presentan crecimientos anárquicos propios de urbanizaciones descontroladas.

En consecuencia, es frecuente el tratamiento inadecuado de las aguas residuales e incluso el vertido de las mismas sin tratamientos previos constituyéndose en un significativo problema ambiental y de salud pública en muchas regiones del mundo, especialmente en zonas con infraestructura sanitaria deficiente.

Es así como los efluentes de origen domésticos, sin tratar adecuadamente, una vez vertidos a los cuerpos de aguas pueden merman progresivamente su capacidad de absorber y neutralizar las cargas de contaminantes, afectando su calidad y disponibilidad constituyéndose en un problema de índole ambiental y de salud pública que genera preocupación y estragos en no pocas comunidades.

En efecto, en los últimos años, ha aumentado significativamente la atención y la preocupación pública por el medio ambiente, especialmente en lo que respecta a los recursos hídricos, convirtiéndose en un importante problema social (Masachessi et al., 2018). La proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento gestionados de manera segura aumentó del 47 % al 54 % entre 2015 y 2020, a pesar del reconocimiento mundial de la necesidad de realizar esfuerzos para mejorar las instalaciones de agua potable (Carmo et al., 2024).

El agua, siendo un recurso reciclable, necesita una gestión efectiva para asegurar un suministro seguro y prevenir la propagación de organismos patógenos y contaminantes (Osuolale and Okoh, 2017). Aunque los avances en los procesos de tratamiento del agua han resultado en una notable reducción en la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua (Janahi et al., 2020), el vertido de aguas residuales no tratadas o tratadas inadecuadamente en cuerpos de agua sigue siendo una amenaza tanto para la calidad como para la disponibilidad del agua, aumentando así el potencial de propagación de patógenos (Naidoo and Olaniran, 2014), (Yuan and Pian, 2022).

El tratamiento inadecuado de las aguas residuales es un tema común en América Latina, su impacto se refleja en la contaminación del agua y la afectación de la salud pública, debido a que más del 80% de la población se encuentra en zonas urbanas y el 70% de las aguas residuales no tienen tratamientos algunos (Meoño, Taranco, y Olivares, 2016). Perú, no escapa a esta realidad, de acuerdo a estos autores, más de un tercio de la población no cuenta con la cobertura de saneamiento, por lo que se pone en riesgo a esta población por las fallas en las políticas y gestión del tratamiento de aguas residuales.

En el primer estudio de desempeño ambiental realizado en Perú, relacionado con la situación de las aguas residuales domésticas generadas en el país, se evidenció que solo el 40 % del volumen total producido recibe algún tipo de tratamiento previo a su vertimiento en un cuerpo receptor (Minam, 2016).

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEAR) del Perú reporta un déficit de cobertura por las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento) a nivel nacional, indicando que, en materia de saneamiento con el servicio de alcantarillado, sólo se brinda cobertura al 69,65% de la población urbana. Se refiere que la población no cubierta vierte directamente sus aguas residuales sin tratamiento al mar, ríos, lagos, quebradas o, las emplean para el riego de cultivos.

Estas consideraciones coinciden con las señaladas por Ramirez (2022), quien en su trabajo de grado reporta, que de 253 localidades de Perú, en el ámbito de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), 89 aún no cuentan con tratamiento de aguas residuales, por lo que el agua residual cruda de estas localidades se vierte directamente a los mares, ríos, pampas o drenes. En 164 localidades restantes, todas o parte de las aguas residuales vertidas al alcantarillado son conducidas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales.

Pese al notable incremento del tratamiento de las aguas residuales urbanas a un 50 %, aún persisten las deficiencias en cuanto a la infraestructura y ausencia de políticas públicas efectivas en la gestión de dichas aguas, lo cual implica un gran reto para el Perú

En estudio realizado por Paucar e Iturregui (2020), concluyeron que la principal fuente de contaminación de las masas de agua en Perú, es el insuficiente tratamiento de aguas residuales domésticas, las conclusiones del estudio demuestran la deficiente calidad de las aguas de la costa peruana, sus ríos y el mar adyacente, debido al continuo aumento de los efluentes de las aglomeraciones urbanas.

En el estudio realizado y base para el desarrollo de este texto, se utilizó como área referente el centro poblado de Pueblo Nuevo ubicado en la región de Ica. En esta

región, se ha observado un problema creciente relacionado con la gestión de las aguas residuales domésticas, que no solo afecta el medio ambiente, sino que también tiene un impacto directo en la salud pública de la comunidad. “La carencia de un sistema eficaz para el tratamiento de aguas residuales ha llevado a la contaminación de las fuentes de agua, lo que constituye una preocupación fundamental para los residentes de la región”.

La inadecuada disposición de las aguas residuales en Pueblo Nuevo ha generado un aumento en la incidencia de enfermedades infecciosas, tales como diarreas, infecciones cutáneas y enfermedades gastrointestinales. Estas condiciones de salud están estrechamente relacionadas con la exposición a aguas contaminadas y la falta de infraestructura sanitaria adecuada. Además, la proliferación de vectores de enfermedades, como mosquitos y roedores, se ve facilitada por la presencia de aguas estancadas y contaminadas.

Aunque se han realizado esfuerzos locales para abordar estos problemas, la infraestructura actual no es adecuada para gestionar el volumen de aguas residuales producidas por la población. Esta deficiencia en el tratamiento y manejo de aguas residuales representa un riesgo continuo para la salud de los residentes, especialmente para los grupos más vulnerables, como niños y ancianos. La ausencia de políticas efectivas y la falta de inversión en soluciones sostenibles agravan la situación, perpetuando un ciclo de mala salud y deterioro ambiental.

1.1 Aguas servidas, definiciones básicas, caracterización

Es importante que diferenciemos conceptos básicos asociados con el tema, entre ellos aguas *residuales domésticas* y *aguas residuales industriales*, la primera es definida por SUNASS (2016) “como aquellas que, tras ser utilizadas en diversas actividades en los hogares, son vertidas en sistemas de alcantarillado o descargadas en cuerpos de agua como ríos, quebradas y lagos”. Este mismo autor resalta que las aguas residuales industriales:

Proceden de los procesos llevados a cabo en fábricas y establecimientos industriales, y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos, grasas y otros

productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición varía considerablemente en función de las diversas actividades industriales.

Aunque de origen y composición distinta estos efluentes comparten en común su potencial para causar deterioro del entorno natural, afectando ecosistemas, y la salud de los seres vivos, cuando su manejo no responde a los controles requeridos para tratar y reducir la carga de contaminantes que aportan al ser vertidos al ambiente.

1.1.1 Caracterización de las aguas residuales domésticas

Las aguas residuales domésticas, como se indicó provienen de las actividades rutinarias realizadas principalmente en viviendas o instalaciones comerciales privadas o pública. Por su origen contienen desechos orgánicos, detergentes y cualquier otro producto de uso diario en los hogares,

La composición de las aguas residuales domésticas es variada, con características fisicoquímicas y biológicas que al ser introducidos en el ambiente sin un tratamiento específico y propio a su naturaleza generan contaminación, no aptas para el consumo humano. Osorio et al. (2021), señala dentro sus principales constituyentes a los sólidos suspendidos totales, compuestos orgánicos biodegradables, constituyentes inorgánicos disueltos, metales pesados, nutrientes, y polutantes orgánicos prioritarios. De igual manera refiere este autor que la caracterización de las aguas residuales domésticas se basa en determinar el olor, color, temperatura, densidad, turbiedad, sólidos totales, nitratos, sulfatos, cromo, hierro, cloruros, calcio, zinc y el pH.

El tratamiento de las aguas residuales domésticas abarca procesos físicos, químicos y biológicos que tiene por finalidad eliminar o minimizar los contaminantes que contiene. El tratamiento genera dos corrientes, un efluente y un residuo sólido o fango cuyas características debe permitir su disposición o reutilización.

1.1.2 Caracterización de las aguas residuales industriales

Generalmente los sistemas de tratamiento de las aguas servidas se realiza en etapas, pero para poder saber qué tipo de tratamiento es conveniente para un efluente en particular es necesario conocer las características físicas, químicas y biológicas del agua residual para así asignar un tratamiento específico según su grado de contaminación. Osorio et al. (2021).

La mayoría de las industrias requieren la utilización de agua para la producción o en las actividades de limpiezas que se realizan durante el proceso productivo que implique manipulación, producción y transformación de materias primas; todos los efluentes generados de estas actividades se consideran aguas residuales, desechos acuosos y subproductos de la mayoría de las industrias.

Sus características y composición estarán entonces asociadas al proceso que les da origen. Candela (2016) indica que, estas aguas son ricas en metales pesados, material orgánico (especialmente en la industria alimentaria), cianuros, detergentes, y en algunos casos productos radioactivo. Esto condiciona su calidad pueden ser altamente biodegradables o no serlo en absoluto, y pueden contener o no compuestos resistentes al tratamiento. Las características específicas varían según los métodos y plantas de producción de la industria.

Es importante destacar que la presencia de metales pesados en las aguas residuales industriales ha ido aumentando con el crecimiento de la industria y las actividades humanas, como la industria de galvanoplastia, las baterías, los pesticidas, la minería, los procesos de enjuague de metales, etc. Los metales pesados no son biodegradables y pueden ser cancerígenos; por lo tanto, la presencia de estos metales en las aguas servidas industriales condiciona los tratamientos a que deben ser sometidos estos efluentes a fin de garantizar el cumplimiento de las normativa ambiental que rige la materia, específicamente para ser vertidos a cuerpos de aguas receptores u otros recursos naturales; cantidades inadecuadas puede provocar problemas de salud críticos para los organismos vivos.

Los tratamientos para aguas contaminadas con metales pesados incluyen diversas técnicas físicas, químicas y biológicas para eliminar o reducir la concentración de estos contaminantes. Entre los métodos físicos se encuentran la filtración, la sedimentación y la absorción, que se basan en la separación de los contaminantes del agua mediante procesos físicos. Los tratamientos químicos, como la precipitación, la coagulación-floculación y el intercambio iónico, implican reacciones químicas que transforman los metales pesados en formas menos solubles o los precipitan para su posterior eliminación (López et al., 2024).

1.2 Infraestructura urbana requerida para el manejo de las aguas servidas doméstica.

El manejo adecuado de las aguas servida domestica demanda de infraestructura básica compuesta por un sistema de redes de alcantarillado, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento diseñadas para recolectar, transportar y depurar aguas residuales domésticas, protegiendo la salud pública y los recursos naturales especialmente los hídricos y edafológicos. Debe considerar sistemas sanitarios y, en ocasiones, pluviales, para el tratamiento adecuado antes de la reutilización o devolución al entorno.

Las dos razones principales para el tratamiento de las aguas residuales son la prevención de la contaminación de las fuentes de agua y la protección de la salud pública al proteger los suministros de agua contra la propagación de enfermedades. Esto se logra mediante la eliminación de sustancias con alta demanda de oxígeno a través de reacciones metabólicas de microorganismos, la separación y sedimentación de sólidos para producir efluentes de aguas residuales de calidad aceptable, y la recolección y reciclaje de microorganismos de nuevo al sistema o la eliminación del exceso de microorganismos del sistema (Akpoy y Muchie, 2011).

En los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, las variables comunes que se monitorean para evaluar la calidad del agua incluyen la demanda biológica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), el oxígeno disuelto (OD), los sólidos suspendidos, los niveles de nitrato, nitrito y nitrógeno

amoniacal, el fosfato, la salinidad, así como una variedad de otros nutrientes y oligoelementos (Akpor y Muchie).

Los micro contaminantes (MP) comprenden una variedad de compuestos de origen humano, entre los que se incluyen productos farmacéuticos, artículos de cuidado personal, hormonas esteroides, pesticidas, productos químicos industriales y otros compuestos emergentes (Narwal *et al.*, 2023). En la actualidad, los riesgos ambientales significativos que presentan los microplásticos (MP) han captado la atención del público, ya que una gran cantidad de MP persisten o pseudo-persisten en el entorno y muestran toxicidad para organismos que no son el objetivo (Godoy et al., 2015).

El tratamiento de aguas residuales busca eliminar los contaminantes de diferente naturaleza presentes en los efluentes, con la finalidad de producir agua limpia también denominada “efluente tratado”. Puede incluir procesos físicos, químicos y microbiológicos (Suarez, 2019).

Las aguas residuales domésticas pueden ser tratadas por medio de las plantas de tratamiento de agua residual doméstica (PTARD), las cuales son diseñadas con el objetivo de remover cargas de DBO, sólidos suspendidos, patógenos, nitrógeno, fósforo y sustancias orgánicas como los detergentes, fenoles y pesticidas, algunas sustancias inorgánicas y metales pesados. No todas las plantas de tratamiento funcionan de la misma manera, pero si consideran las siguientes fases: Pretatamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, manejo de biosólidos y desinfección (Ascanio y Rodríguez, 2017).

No obstante, la eficacia de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se encuentra cada vez más cuestionada por una serie de factores, como el crecimiento de la población, las variaciones climáticas, los cambios en los patrones de descarga de contaminantes y la evolución de las actividades humanas [Jia et al., 2021; Ahmed et al., 2020].

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se presentan como elementos cruciales para reducir la contaminación ambiental del agua originada por la

descarga directa de aguas residuales (Yang et al., 2022). Deben ser diseñadas, construidas y operadas de manera tal que permitan transformar el líquido cloacal proveniente del uso de las aguas de abastecimiento, en un efluente final aceptable, y a la par facilite la disposición adecuadamente de los sólidos generados y separados durante el proceso. Esto obliga a cumplir las normas que regulan la materia a fin de minimizar los impactos al ambiente que se derivan de la actividad y en lo posible garantizar la preservación de las aguas tratadas al límite de que su uso posterior no sea descartado. No obstante, las descargas provenientes de diversas fuentes, como hogares, municipios y actividades industriales, destacan el desafío constante de la contaminación de las aguas residuales, lo que demanda la implementación de medidas de tratamiento exhaustivas (Hung et al., 2021).

De acuerdo a Gutiérrez et al. (2022), las Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas diseñada tanto en sistemas anaeróbicos como aeróbicos se centra principalmente en la eliminación de SST, DBO5 y DQ. Sin embargo, su eficiencia es cuestionada debido a la contaminación que generan en el medio ambiente.

Adicionalmente, es posible se requiera de acciones complementarias para mejorar la eficiencia de las plantas de tratamiento, lo cual se corresponden con los resultados de la investigación titulada “Diagnóstico socio ambiental de la laguna de oxidación El Indio del Distrito de Castilla, provincia de Piura”, cuyo el objetivo fue determinar las problemáticas ambientales y sociales derivadas de la existencia de la laguna en el asentamiento humano, en sus conclusiones indica que, para mejorar el tratamiento de las aguas residuales en la PTAR El Indio, es necesario llevar a cabo la extracción de lodos en las lagunas facultativas (García, 2018).

Las redes de alcantarillado, también llamadas redes de aguas residuales, son un componente esencial de la infraestructura urbana. Estas redes actúan como conductos para dirigir las aguas residuales y pluviales hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para su procesamiento o eliminación (Jia et al., 2021). Estas redes juegan un papel crucial en la protección de la salud pública y la seguridad, la conservación del entorno hídrico urbano, la reducción del riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y la prevención de inundaciones urbanas (Owolabi et al., 2021).

Laguna de Oxidación. Las lagunas de estabilización, también conocidas como lagunas de oxidación, se encuentran entre los métodos más comunes y eficientes para el tratamiento de aguas residuales (Rodríguez et al., 2016). “Estos procesos implican el paso del agua a través de un canal diseñado específicamente para tratar aguas residuales mediante procesos naturales, como la acción de bacterias y algas, que interactúan simbióticamente con otros organismos” (Tilley et al., 2018).

1.3 Legislación ambiental y control de vertidos de aguas residuales

Ante los graves problemas acarreados por el desarrollo de las actividades productivas de la humanidad, entre ellos las actividades industriales, comerciales, agrícolas y la construcción de urbes de diferentes magnitudes, la legislación ambiental y control ambiental de estas actividades se ha constituido en uno de los principales frentes de batallas para frenar el creciente deterioro ambiental producto de estas actividades. Es así como un sistema de Legislación ambiental cada vez más robustecido, trata de dar respuestas a los desafíos que en este milenio se presentan y aunque lamentablemente el desarrollo de actividades cada vez más contaminantes, la generación de productos, que compiten entre sí por ser menos amigables, es exponencial hay que reivindicar el esfuerzo mundial en materia de legislación ambiental.

En el caso del manejo de las aguas servidas domésticas, la Legislación Internacional basa su accionar en el derecho humano al saneamiento, la gestión integral de cuencas y la obligatoriedad del tratamiento para evitar la contaminación de ecosistemas. Establecen como prioridad la disminución de contaminantes específicamente nutriente y patógena antes de verterlas a cuerpos de agua receptores, fomentando la reutilización y el tratamiento de lodos, en actividades específicas.

En el caso específico de Perú existen diversas normas ambientales referidas a las aguas servidas, el manejo de las mismas esta principalmente regulado la Ley de Recursos Hídricos (N° 29338) y la Ley General de Servicios de Saneamiento (N°26338), enfocadas en la protección ambiental y de la salud. Las normas técnicas

clave incluyen los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes (D.S. N° 003-2010-MINAM) y el reglamento para el reúso de aguas residuales tratadas.

Un resumen las principales normas y regulaciones referidas al manejo de las aguas residuales en Perú es presentado por Aquino (2017), en su obra "Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales". Las más destacadas incluyen:

Ley N° 30588. Ley de Reforma Constitucional que reconoce el derecho al agua como derecho constitucional que incorpora el artículo 7°-A en la Constitución Política del Perú, donde el Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El Estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos.

Ley N° 29338. Ley de Recursos Hídricos: Es la norma base que regula el uso, gestión y protección del agua en el Perú. Establece el derecho al agua como bien de la Nación, el deber de proteger las fuentes naturales y la obligatoriedad de autorizaciones de vertimiento, cuya responsabilidad recae sobre la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

D.S. N° 003-2010-MINAM (LMP): Establece los límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

D.S. N° 004-2017-MINAM (ECA): Define los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aplicables a diferentes cuerpos receptores. Establece los niveles de concentración de elementos presentes en los cuerpos de aguas que no representan riesgos para la salud.

Decreto Legislativo N° 1280. Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. Busca garantizar la prestación eficiente y sostenible de los Servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición o reúso.

Decreto Legislativo N° 1285: Modifica la Ley de Recursos Hídricos para adecuar progresivamente la autorización de vertimientos.

R.M. N° 128-2017-VIVIENDA: Regula las condiciones mínimas de manejo de lodos de PTAR.

1.3.1 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para calidad del agua del Perú

Decreto Supremo N°003-2010-MINAM “La normativa legal empleada para comparar los valores de los parámetros de calidad del agua es el Decreto Supremo N°003-2010 – MINAM”. “Según esta norma, como cuerpo receptor y elemento fundamental de los ecosistemas acuáticos, no debe presentar un riesgo significativo para la salud humana ni para el medio ambiente” (DS No 003-2010-MINAM, 2010).

Tabla 1

Límites máximos permisibles (LMP) para aguas residuales.

Parámetros	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	µg/L	20
Demanda bioquímica de oxígeno	µg/L	100
Sólidos totales en suspensión	µg/L	150
Potencial de hidrógeno	pH	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	< 35
Demanda química de oxígeno	µg/L	200
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10000

Capítulo

2

**Impactos derivados
del manejo deficiente
de las aguas servidas**

Impactos derivados del manejo deficiente de las aguas servidas

Más de 1000 millones de toneladas de aguas residuales son vertidas anualmente a las aguas subterráneas, ríos, lagos y océanos del mundo, contaminándolos con metales pesados, disolventes, aceites, grasas, detergentes, ácidos, sustancias radioactivas, fertilizantes, pesticidas y otros productos químicos. Esta contaminación química del medioambiente se ha convertido en uno de los problemas globales más urgentes de la humanidad (Rodríguez, 2016).

El tratamiento adecuado de estas corrientes de desechos minimiza la posibilidad de impactos negativos al ambiente; desafortunadamente ese no es el denominador común en la población mundial, donde los estudios demuestran déficit de servicios de saneamiento gestionados de manera segura. Esto se traduce en instalaciones que no dan respuesta a las necesidades que surgen del crecimiento de la población y en el peor de los casos en la inexistencia de infraestructuras adecuadas para el manejo de las corrientes propias de dicho crecimiento.

Esta problemática ha generado graves consecuencias al ambiente afectando ecosistemas, atentando contra la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos, la biodiversidad y la salud de la población en general tal como es reportado por investigaciones realizadas por diferentes autores.

En tal sentido, Oscar y García (2025), realizaron un diagnóstico ambiental sobre las descargas de aguas residuales en el río del cantón Jipijapa en sus resultados indican que el estado del río Jipijapa se ve negativamente afectado por las aguas residuales y las diversas actividades que se desarrollan en la zona.

Villalta et al. (2020), señalan que la contaminación del agua está influenciada por diversos factores, como el crecimiento urbano desordenado y la falta de planificación estructural, lo que genera deterioro ambiental en el suelo, aire y agua, además de la pérdida de hábitats naturales

2.1 Impactos ambientales por el vertido de aguas servidas no tratadas

Desde la arista ambiental la problemática generada por la disposición de aguas servidas no tratadas incluye: eutrofización y zonas muertas, contaminación de ecosistemas acuáticos, contaminación de los recursos hídricos superficiales y aguas subterráneas, degradación de los suelos, impacto en la cadena alimentaria y emisiones atmosféricas.

2.1.1 Eutrofización y pérdida de la biodiversidad

La eutrofización se define como un proceso de deterioro de la calidad del recurso agua, autores la explican como consecuencia de un desequilibrio a la multiplicación de materia vegetal, que al descomponerse provoca daños entre ellos la disminución del oxígeno disuelto, tan necesario para la vida acuática (Ledesma et al., 2013). Este fenómeno producido por las descargas ricas en Nitrógeno y fósforo ocasiona una proliferación anormal de algas. Esto limita las posibilidades de la radiación solar de penetrar en todas las capas del cuerpo de aguas, especialmente en el fondo del ecosistema, imposibilitando la realización de la fotosíntesis y con ello la producción de oxígeno libre; sin embargo se incrementa la actividad metabólica consumidora de oxígeno de los microorganismos descomponedores de los excedentes de materia orgánica (algas muertas), recibidos en la superficie. Este entramado de reacciones ocasiona que en el fondo del cuerpo de agua el ambiente se torne anóxico, producto del agotamiento del oxígeno. Este drástico y radical cambio del medio, condiciona la vida

en el ecosistema haciendo inviable la existencia de las especies que originalmente lo conformaban.

La eutrofización es un fenómeno natural que produce, con el transcurrir de los años, el deterioro de los cuerpos de aguas especialmente en lagos, no obstante, actualmente el proceso se ha acelerado, especialmente por las descargas de aguas residuales provenientes de asentamientos urbanos, zonas agrícolas y zonas industriales establecidos cerca de estos recursos. La problemática puede estar presente por descargas residuales intencionales o por la acción de la escorrentía superficial a causa de las precipitaciones, propiciando una incorporación excesiva de nutrientes principalmente a lagos, pero también a ríos, lagos y mares.

Es así como la *eutrofización* una de las principales problemáticas que actualmente afecta al recurso hídrico, este fenómeno se ha expandido a nivel mundial convirtiéndose en una de las realidades prioritarias para atender por parte de los investigadores, ya que se ha confirmado que este problema afecta a numerosos cuerpos de agua. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, a nivel mundial, el número de lagos con floraciones de algas perjudiciales aumentará un 20% por lo menos hasta el año 2050 (García y Miranda, 2018).

Barreto et al. (2013), resume los efectos potenciales de la eutrofización causados por el ingreso excesivo de nitrógeno y fósforo en lagos, depósitos y ríos, destacando los siguientes impactos: Aumento de la biomasa del fitoplancton; crecimiento de especies de algas potencialmente tóxicas o no comestibles; crecimiento de la biomasa de algas bentónicas y epifíticas; crecimiento excesivo de macrófitas acuáticas; disminución de la biomasa de peces y moluscos cultivables; aumento de la frecuencia de mortandad de peces, reducción de la diversidad de especies; reducción de la transparencia del agua y dilución de oxígeno disuelto.

García y Miranda (2018) en su estudio eutrofización una amenaza para el recurso hídrico lograron identificar que los principales nutrientes que ingresan y provocan el este fenómeno, son el Nitrógeno y el Fósforo, ocasionando el aumento en la materia orgánica en los cuerpos de agua, por lo que indican la importancia de

determinar las concentraciones que ingresan y de contar con un monitoreo de estos para llevar a cabo la planeación y gestión de los recursos hídricos a futuro, destacan estos autores que la eutrofización, a escala de paisaje es una presión importante hacia la pequeña biodiversidad del cuerpo de agua, y es uno de los tantos problemas ambientales que amenazan la belleza de ríos, lagos, arroyos y demás sistemas fluviales, así como la vida de los organismos reducción del valor estético del cuerpo de agua.

2.1.2 Contaminación de acuíferos y aguas subterráneas

La definición de contaminación del agua se refiere al acto de introducir materiales, diversas formas de energía, o condiciones que, de manera directa o indirecta, resultan en una variación perjudicial de la calidad del agua en relación con su uso o función dentro de un ecosistema [Lima, 2020]. “Esto también implica la transformación de sus propiedades originales, creando un riesgo cuando se utiliza y afectando negativamente al entorno”. Esto genera una disminución progresiva del agua potable para consumo humano, lo cual en casos extremos pone en riesgo la existencia misma del hombre. En todos los casos, la contaminación del agua por aguas residuales representa un peligro para la salud pública, según la Organización Mundial de la Salud (OMS)” [Vaca, 2019].

La contaminación de las aguas subterráneas casi siempre es resultado de la actividad humana. En zonas con alta densidad de población y uso intensivo del suelo por parte del ser humano, las aguas subterráneas son especialmente vulnerables. Prácticamente cualquier actividad que permita la liberación de sustancias químicas o desechos al medio ambiente, ya sea intencional o accidentalmente, tiene el potencial de contaminar aguas subterráneas. Cuando las aguas subterráneas se contaminan, su limpieza resulta difícil y costosa (Talabi y Kayode 2019).

El vertido de aguas servidas en áreas con suelos permeables de alta infiltración pudiera ocasionar que los contaminantes migren hacia los acuíferos afectando las aguas subterráneas e inhabilitándolas como fuente de captación de agua potable, lo cual es muy preocupante, en un contexto donde cada vez es mayor la demanda del recurso por el incremento poblacional y más escaso es el mismo por diferentes causas que atentan

contra su disponibilidad y calidad. No es de soslayar la importancia que tienen las aguas subterráneas como reserva estratégica de agua dulce, estimándose que es la principal fuente para abastecer casi la mitad de la población mundial, constituyendo aproximadamente el 30% del agua dulce del planeta, solo por debajo de los glaciares, que contienen cerca del 68,7% y muy por encima de los ríos y otros cuerpos de aguas superficiales que no alcanzan el 1% del total de agua dulce del planeta.

Calixto et al. 2022 indican que la contaminación en el agua subterránea puede ser el resultado de eventos puntuales o difusos dependiendo de variables como el tiempo o el territorio. Aunque en su gran mayoría puede llegar a ser considerado un tipo de riesgo “inducido” ya sea causado de manera indirecta o directa por el ser humano antes que ser una causa propia de la naturaleza. Señalan estos autores que existe una variedad de condiciones que causan un riesgo directo para el agua subterránea. Esta posibilidad de afectación puede provenir de pérdidas en las redes de alcantarillado, infiltración proveniente de fosas sépticas y los pozos negros y el vertido directo en cauces secos, entre otros.

2.1.3 Contaminación de los suelos

El suelo es uno de los recursos naturales que ha sido más impactados por las actividades antrópicas. Esta agresión paulatinamente ha deteriorado suelos fértiles, afectando sus características, disminuyendo su valor y capacidad de uso para fines productivos. La expansión de fronteras agrícolas, actividades mineras, crecimiento urbano, entre otras, no solo han desbastados importantes recursos forestales que servían de protección a recursos hídricos, sino que también al dejar desnudos sus suelos los exponen a condiciones climáticas extremas que cambian sus dinámicas internas, afectando sus potencialidades originarias. A estos impactos iniciales se suman los generados por la contaminación asociadas a estas actividades, en el caso que no ocupa, la generada por la disposición inadecuada de los efluentes de origen domésticos, problemática reflejada en importantes investigaciones a nivel mundial.

En el caso de latino América, la contaminación de los suelos en los valles de los ríos y quebradas, se propicia por el uso de las aguas residuales provenientes de las

diversas actividades humanas, los componentes que arrastran o contienen estos se almacenan en los suelos, haciéndolo no aptos y contaminados, obligando a tratamiento para ser utilizados en la agricultura.

Diversos autores entre ellos Guadarrama y Galván (2015), reflejan el impacto en los suelos ocasionados por las aguas residuales donde se asocia el crecimiento de la población y el desarrollo industrial en las ciudades, con la sobreexplotación del agua y el suelo propiciando su contaminación a través de la proliferación de estas corrientes y por supuesto de la generación de residuos sólidos, que lamentablemente son igualmente manejados de manera incorrecta contribuyendo a agravar la citada problemática.

El uso de aguas residuales a largo plazo podría ocasionar en el suelo un impacto significativo, afectando sus características físico químicas y biológicas; producir salinización, sobresaturación, desintegración de su estructura, con una reducción generalizada de su capacidad productiva y en consecuencia reducir drásticamente su capacidad productiva afectando el rendimiento de los cultivos. Las consecuencias dependerán de factores como la fuente, la intensidad del uso y la composición de las aguas residuales, así como de las propiedades del suelo y las características biofísicas propias de cada cultivo (Aguilar y Cubas, 2021). Estos autores realizaron evaluaciones en tierras regadas por aguas servidas y encontraron que a pesar de que los valores de la suma de cationes de los suelos indican que tienen alta disponibilidad para el cultivo de plantas, sin embargo, el exceso de componentes químico lo relacionaron con contaminación por el uso de las aguas residuales, lo cual hacía estos suelos no aptos para la agricultura.

2.1.4 Impactos en la cadena alimentaria

Los componentes tóxicos de las aguas residuales pueden afectar poblaciones de individuos sensibles a estos contaminantes ocasionando su muerte o reducción al extremo de impactar a otros organismos del ecosistema, que dependan de ellos para su subsistencia disminuyendo igualmente su población. Esto evidentemente ocasiona un desequilibrio en las poblaciones del ecosistema afectado con las descargas de aguas

servidas, dando lugar a superpoblación de algunas especies, mientras otras se extinguen o quedan muy cercana a la extinción.

En investigación realizada por Najjar (2022), encontró que los tensoativos presentes en las aguas residuales domesticas contribuyen a la eutrofización y generan disminución de especies in situ de los cuerpos de aguas. Generan producción de amoníaco y este puede afectar sustancias esenciales para el metabolismo de los peces, crustáceos y bacterias, además de afectar el crecimiento del fitoplancton.

Otras sustancias químicas entre ellos metales pesados o fármacos presentes en las aguas servidas pueden acumularse en organismos acuáticos (peces, moluscos), lo cual pudiera generar efectos tóxicos, enfermedades o alteraciones reproductivas.

2.2 Impactos de las descargas de aguas servida no tratadas en la salud de las comunidades

Diversas investigaciones han demostrado la relación entre descargas no controladas de aguas residuales domésticas y la aparición de enfermedades en comunidades aledañas a las descargas. Los impactos en la salud ocasionados por las aguas servidas con tratamiento deficiente o sin tratar pueden ser evaluados por *la Incidencia de enfermedades* que se han relacionado con esta problemática. Este “es un término epidemiológico que hace referencia a la cantidad de casos nuevos de una enfermedad específica que se presentan en una población determinada durante un intervalo de tiempo específico” [Kenneth et al., 2008]. “Este indicador es crucial para entender y medir la dinámica de las enfermedades en las comunidades, ya que permite identificar tendencias, evaluar riesgos y planificar intervenciones de salud pública” [Kenneth et al., 2008].

Es importante conocer los aspectos que abarca *el concepto de Salud pública, entendiéndose por esta* “La disciplina que combina la ciencia y el arte de prevenir enfermedades, prolongar la vida y promover la salud a través de los esfuerzos organizados y las decisiones informadas de la sociedad, las organizaciones públicas y privadas, las comunidades y los individuos” (McCloskey, 2011). Este campo abarca

una amplia gama de actividades, desde la vigilancia y control de enfermedades infecciosas, la promoción de hábitos de vida saludables, hasta la implementación de políticas de salud y la gestión de servicios de salud siendo su principal objetivo principal mejorar la salud de las poblaciones mediante la prevención, la educación y la intervención directa en los factores que afectan la salud (McCloskey, 2011).

El potencial de afectar la salud de las aguas servidas mal tratadas está asociada a la presencia de organismos patógenos, provenientes en su mayoría del tracto intestinal, lo que le confieren alto grado de peligrosidad, especialmente al ser descargadas en la superficie de la tierra, subsuelo o en cuerpos de agua. Rodríguez (2017) las relaciona con la presencia de bacterias del grupo entérico que producen enfermedades de origen hídrico como: fiebre tifoidea, paratifoidea, disentería, cólera, entre otras. Señala entre las principales enfermedades causadas por virus presentes en las aguas residuales están: poliomielitis, hepatitis infecciosa, entre otras, y la presencia de parásitos producen enfermedades entre las cuales se encuentran disentería amebiana y bilharziasis.

Son consistentes y documentados los casos de enfermedades gastrointestinales causadas por parásitos, por virus como rotavirus y norovirus presentes en las aguas contaminadas. Diversos estudios reportan que los efectos crónicos de enfermedades gastrointestinales suelen pasar desapercibidos, pero representan una carga significativa para la salud pública debido a su permanencia y complicaciones asociadas (Afshari et al., 2024).

En América Latina, las complicaciones derivadas de diarreas causada por el consumo de agua contaminada, es una de las principales afecciones gastrointestinales, especialmente en infantes menores de cinco años, estimándose que pueden alcanzar más de 340 000 muertes anuales relacionadas con la falta de saneamiento (Cabezas, 2018).

Estudios realizados en los ríos Atoyac, Lerma y Santiago de México, Machángara y Jubones de Ecuador, Río Matanza-Riachuelo y Río de la Plata en Argentina, Río Tiete en Brasil, por citar algunos, han demostrado una correlación directa entre altos niveles de bacterias coliformes fecales y la incidencia de enfermedades gastrointestinales, lo cual

representa una amenaza para las comunidades cercanas a fuentes de agua contaminadas (Rodríguez y Morales, 2017).

Una de la infección más comunes adquirida por el consumo de aguas contaminadas es la producida por la bacteria *Helicobacter pylori*, que afecta un porcentaje importante de la población mundial, con mayor incidencia en países en desarrollo debido a factores socioeconómicos, condiciones sanitarias e higiene, a diferencia de los países desarrollados con tasas de incidencia y transmisión más bajas (Fragoso et al., 2018).

El riego con aguas residuales plantea una serie de riesgos potenciales para la salud humana a través del consumo o la exposición a microorganismos patógenos, metales pesados y productos químicos orgánicos nocivos. Una amplia variedad de microorganismos patógenos se encuentra en las aguas residuales, incluyendo bacterias, virus, protozoos y gusanos parásitos. Los síntomas y enfermedades asociados con tales infecciones también son diversos, incluyendo tifoidea, disentería, gastroenteritis, diarrea, vómitos y mala absorción (Petousi et al., 2019).

La importancia del manejo adecuado de las aguas servidas es reconocida por las Naciones Unidas al esbozar entre los desafíos globales del agua que “unas mejores condiciones de agua, saneamiento e higiene podrían salvar la vida de 1,4 millones de personas al año (OMS, 2023) y evitaría la muerte diaria de 1.000 niños menores de 5 años (OMS/UNICEF 2023).

En el caso de Perú la incidencia de enfermedades asociadas al manejo inadecuado de las aguas servidas es un punto de atención, a pesar de los esfuerzos de las empresas prestadoras del servicio, no tienen la capacidad para cubrir toda la demanda de la población, en consecuencia un significativo volumen de agua no tratada es dispuesto, contaminándose importantes cuencas, con casos documentados, donde se evidencia la presencia de patógenos, poniendo en riesgo la salud de millones de peruanos, siendo los más afectados los niños de zonas vulnerables, los cuales están expuestos enfermedades diarreicas agudas, infecciones cutáneas, hepatitis A, fiebre tifoidea y parasitosis.

En el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento adecuado ha generado contaminación en cuerpos de agua y suelos, afectando la calidad de vida de la población. Este problema ha sido identificado como un factor de riesgo en la proliferación de enfermedades de origen hídrico, lo que hace urgente la evaluación de su impacto y la formulación de estrategias de mitigación.

Capítulo

3

**Impacto del manejo inadecuado
de las aguas servidas en la salud
de la comunidad Pueblo Nuevo.
Caso de estudio**

Impacto del manejo inadecuado de las aguas servidas en la salud de la comunidad Pueblo Nuevo. Caso de estudio

El acceso al agua potable, saneamiento e higiene es fundamental para mejorar los estándares de vida, y juega también un papel crucial en la protección de la salud pública y el medio ambiente

De lo expuestos en capítulos anteriores se desprende que el vertimiento inadecuado de aguas residuales domésticas, representa una de las principales fuentes de contaminación ambiental en comunidades con infraestructura sanitaria deficiente. A nivel mundial es creciente la preocupación por la gestión adecuada de los servicios de saneamiento ambiental. A pesar de los esfuerzos realizados por los gobiernos para dar respuesta a estas necesidades, los planes y programas implementados distan mucho de haber resuelto las demandas asociadas por la explosión demográfica. Los sesgos dentro de un mismo país pueden observarse de una región a otra, llevando la desventaja las zonas deprimidas económicamente y en muchos casos, las comunidades rurales.

En el caso específico del Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, el problema del manejo inadecuado de las aguas servidas ha generado una preocupación creciente debido a la contaminación de fuentes hídricas y su impacto en la salud pública. La falta de un sistema eficiente de tratamiento de aguas residuales ha contribuido con la proliferación de agentes patógenos y contaminantes químicos, aumentando la incidencia

de enfermedades de origen hídrico, como infecciones gastrointestinales, parasitosis y afecciones dérmicas entre otras.

“En este contexto, resulta crucial realizar una investigación exhaustiva” que evalúe el impacto de las aguas residuales domésticas en la salud pública de Pueblo Nuevo. Esta investigación no solo ayudará a comprender la magnitud del problema, sino que también proporcionará datos cruciales para el desarrollo de estrategias y políticas que mejoren la calidad de vida de los habitantes. Es esencial abordar esta problemática con urgencia y adoptar medidas que aseguren un entorno saludable y sostenible para las generaciones presentes y futuras (Iodice y Senatore, 2015).

La relevancia de estudiar cómo las aguas residuales domésticas afectan el medio ambiente, y su incidencia en la aparición de enfermedades y repercuten en la salud pública en Pueblo Nuevo, Ica, radica en varios aspectos claves. En primer lugar, estas aguas residuales representan una fuente significativa de contaminación que puede afectar directamente la calidad del agua potable y, por ende, afectar la disponibilidad de este importante recurso. En segundo lugar la presencia de patógenos y contaminantes químicos en aguas sin tratar, aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, como gastroenteritis, hepatitis y enfermedades dermatológicas, especialmente entre comunidades vulnerables con acceso limitado a servicios de agua seguros.

Además, en un contexto global donde la gestión sostenible del agua y la protección del medio ambiente son imperativos, comprender y mitigar los efectos negativos de las aguas residuales domésticas es crucial. Esto no solo implica mejorar la infraestructura de tratamiento de aguas residuales para reducir la carga contaminante en cuerpos de agua locales, sino también promover prácticas de uso eficiente del agua y conservación de recursos hídricos. Una investigación rigurosa en este ámbito puede proporcionar datos fundamentales para informar políticas públicas orientadas a mejorar la salud pública, fortalecer la resiliencia comunitaria frente a enfermedades relacionadas con el agua y promover un desarrollo urbano más sostenible y saludable en Pueblo Nuevo, Ica.

En esta línea, la significancia de analizar el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas en la aparición de enfermedades y su efecto en la salud pública en Pueblo Nuevo, Ica, radica en su capacidad para abordar problemas urgentes de salud y medio ambiente. Estas investigaciones son fundamentales para entender cómo las prácticas actuales de gestión de aguas residuales afectan directamente la salud de la población local y la calidad del entorno natural. Al identificar y cuantificar los riesgos asociados con la contaminación de aguas residuales no tratadas, se pueden desarrollar estrategias efectivas para mejorar los sistemas de tratamiento y reducir la propagación de enfermedades transmitidas por el agua.

Considerando, adicionalmente que, en función del crecimiento urbano acelerado y presiones ambientales cada vez mayores, existe una necesidad urgente de gestionar de manera sostenible los recursos hídricos. Investigaciones que evalúen el impacto ambiental de las aguas residuales pueden impulsar políticas públicas que promuevan prácticas de saneamiento seguras y eficientes, así como la implementación de tecnologías adecuadas para el tratamiento y la reutilización del agua. Esto no solo protege la salud pública al reducir la exposición a contaminantes, sino que también contribuye a la conservación de ecosistemas acuáticos y al mantenimiento de la biodiversidad local. En resumen, el presente capítulo del texto no solo aborda desafíos inmediatos de salud y medio ambiente, sino que también proporciona herramientas para la toma de decisiones que apunten hacia un desarrollo urbano más sostenible y resiliente en la comunidad de Pueblo Nuevo, Ica.

A pesar de las normativas ambientales establecidas y de los esfuerzos locales por mitigar el problema, la gestión inadecuada de los efluentes domésticos sigue siendo un desafío. La presencia de contaminantes en cuerpos de agua utilizados para consumo, riego o recreación, sumada a una deficiente educación sanitaria en la población, agrava la situación y pone en riesgo el bienestar de los habitantes.

Por lo expuesto anteriormente, parte de la investigación base del presente texto buscó evaluar el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas en la incidencia de enfermedades y la salud pública en Pueblo Nuevo. A través del análisis de calidad del agua, la recopilación de registros epidemiológicos y la percepción de la comunidad,

se buscó generar información relevante que contribuya a la formulación de estrategias de mitigación y políticas públicas enfocadas en la sostenibilidad ambiental y la prevención de enfermedades.

En el discurrir indagatorio se evaluó cómo las regulaciones y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas puede contribuir significativamente en la disminución de la incidencia de enfermedades y a la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Adicionalmente se relacionó en qué medida el manejo de este efluente doméstico impacta la incidencia y la prevalencia de enfermedades de esta comunidad y cómo la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica, influye significativamente en el manejo adecuado de las aguas servidas.

3.1 Objetivos de la investigación

La investigación base del desarrollo de este texto tuvo como **objetivo principal** analizar el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas y su relación significativa con la incidencia de enfermedades y la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica. Adicionalmente se plantearon los objetivos específicos:

- OE1:** Evaluar la regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas que contribuyen significativamente a la incidencia de enfermedades y a la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.
- OE2:** Evaluar las aguas residuales domésticas que contribuyen de manera significativa a la incidencia y la prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.
- OE3:** Evaluar las aguas residuales domésticas que contribuyen significativamente a la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

3.2 Hipótesis de la investigación

Como premisa en torno al tema de interés y para dar respuesta a los objetivos anteriormente planteado se formuló como ***Hipótesis principal:*** *El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas se relaciona significativamente con la incidencia de enfermedades y la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.* De igual manera se establecieron como premisas las siguientes ***hipótesis específicas:***

- HE1.** La regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a minimizar la incidencia de enfermedades y a la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.
- HE2.** Las aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica
- HE3.** Las aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

3.2.1 Variables de investigación

Variable independiente

Aguas residuales domiciliarias. – Se consideró las aguas residuales domésticas, aquellas que provienen de las actividades cotidianas de los hogares. Estas aguas incluyen los desechos líquidos generados por el uso de baños, cocinas, lavaderos y otras actividades domésticas. Como se señaló previamente, las aguas residuales domiciliarias contienen una mezcla de contaminantes orgánicos e inorgánicos, tales como restos de alimentos, detergentes, aceites, productos de limpieza, heces y orina, así como posibles microorganismos patógenos.

Variable dependiente

Incidencia de enfermedades y la salud pública. – se realizó un análisis de la morbilidad, en la localidad de Pueblo Nuevo, de enfermedades que se han identificado guardan relación con el manejo inadecuado de las aguas servidas domésticas, así como de las acciones organizadas por la sociedad para proteger, promover y mejorar la salud de los habitantes mediante esfuerzos colectivos e institucionales

Tabla 2

Operacionalización de las variables.

Variable	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items	Escala de Likert	Instrumentos
VI: Aguas residuales domiciliarias	La gestión adecuada de las aguas residuales domiciliarias es esencial para prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud pública. Sin un tratamiento adecuado, estas aguas pueden convertirse en una fuente significativa de contaminación para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, lo que puede llevar a la propagación de enfermedades y otros problemas de salud en las comunidades.	DI,1: Regulación y Cumplimiento	II,1,1: Conocimiento de normativas ambientales II,1,2: Percepción del cumplimiento por parte de las autoridades: II,1,3: Existencia de mecanismos de control y sanción II,1,4: Satisfacción con la implementación de políticas ambientales	1, 2, 3, y 4,	Siempre (4) Casi siempre (3) A veces (2) Nunca (1)	Encuestas Observación Estadístico Alfa de Cronbah Chi Cuadrado
VD: Incidencia de enfermedades y la salud publica	En conjunto, la incidencia de enfermedades y la salud pública están estrechamente relacionadas, ya que la medición y comprensión de la incidencia de enfermedades son fundamentales para guiar las intervenciones de salud pública destinadas a mejorar la salud y el bienestar de las poblaciones.	DI,1: Incidencia y Prevalencia de enfermedades DI,2: Prevención y Educación	ID,1,1: Percepción del vínculo entre la calidad del agua y la salud: ID,1,2: Percepción de la presencia de enfermedades relacionadas con el agua ID,1,3: Impacto percibido en la salud comunitaria ID,1,4: Autoevaluación de la salud en relación con la exposición al agua contaminada ID,2,1: Conocimiento sobre el impacto ambiental. ID,2,2: Conciencia sobre medidas preventivas. ID,2,3: Percepción de la efectividad de las campañas educativas ID,2,4: Participación en actividades de educación ambiental ID,2,5: Acceso a información y recursos educativos	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13		

3.3 Recorrido sistémico de la investigación

3.3.1 Área de estudio

El área de estudio se centra en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, ubicado en la región de Ica, caracterizada por su clima semiárido y desafíos persistentes en la gestión de recursos hídricos. Esta zona presenta un crecimiento demográfico acelerado que ha sobrepasado la capacidad de la infraestructura de saneamiento existente, lo que ha propiciado el manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas. La carencia de sistemas de tratamiento eficientes ha generado un impacto negativo en los cuerpos de agua locales, convirtiendo a la comunidad en un escenario representativo para el análisis de la relación entre contaminación ambiental y problemas de salud pública.

Figura 1

Ubicación del punto de monitoreo de calidad del agua residual.



Dado este contexto, el estudio adquiere relevancia al enfocarse en cómo el vertido de aguas residuales sin tratamiento adecuado afecta la calidad del agua y, por ende, la salud de los habitantes. La vulnerabilidad ambiental y las deficiencias en la gestión sanitaria hacen de Pueblo Nuevo un área de alto interés para investigar la

incidencia de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua. Esta investigación busca, a partir de un análisis integral del entorno y de la percepción de la comunidad, fundamentar propuestas y estrategias orientadas a mejorar tanto la calidad ambiental como la salud pública en la zona.

Ubicación geográfica

La investigación se desarrolla en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, ubicado en la región de Ica, en el sur del Perú. Esta área se caracteriza por un clima semiárido y condiciones de escasez hídrica, lo que intensifica los desafíos en la gestión de aguas residuales. La topografía de la zona, dominada por llanuras y algunas formaciones rocosas, favorece la acumulación de contaminantes en áreas bajas y limita la dispersión natural de los efluentes.

Además, la ubicación geográfica de Pueblo Nuevo es estratégica para analizar cómo las condiciones ambientales —como la baja precipitación y alta evaporación— interactúan con la infraestructura sanitaria existente, afectando la calidad del agua y, en consecuencia, la salud pública. Esta realidad geográfica realza la importancia de implementar sistemas de tratamiento adecuados, ya que las condiciones naturales del entorno potencian los efectos adversos del vertido de aguas residuales en la comunidad.

Figura 2

Ubicación del distrito de pueblo nuevo.



3.3.2 Ubicación de los puntos de monitoreo

El monitoreo de la calidad del agua se llevó a cabo en la laguna de oxidación, realizándose una inspección in situ se realizó el 14 de setiembre de 2024 para confirmar el punto de muestreo (ver Figura 1). La Tabla 3 “detalla los puntos de monitoreo junto con sus respectivas coordenadas UTM”.

Tabla 3
Descripción y ubicación en coordenadas UTM el punto de monitoreo de calidad del agua residual: Anexo I.

Estaciones de Monitoreo	Coordenadas UTM (WGS 84 18 L)		Descripción
	S	W	
YL – 01	14°06’57’’	75°43’35’’	Ingreso de las aguas a la laguna de oxidación de Pueblo nuevo
YL – 02	14°07’11’’	75°43’38’’	Salida de las aguas de la laguna de oxidación de Pueblo nuevo

“Coordenadas UTM en el WGS-84, zona 18L”.

3.3.3 Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de investigación

Este estudio realizado es de naturaleza tanto descriptiva como analítica. Es descriptivo porque se centra en caracterizar la situación actual de las aguas residuales domésticas y su influencia en la salud pública (Sampieri and Mendoza, 2018). Es analítica porque examina la relación entre la calidad de las aguas residuales y la incidencia de enfermedades en la población. Además se puede indicar como observacional-prospectiva-transversal (Lara, 2011).

Nivel de investigación

El nivel de investigación es correlacional, ya que se busca determinar la relación existente entre la calidad de las aguas residuales domésticas y la incidencia de enfermedades en Pueblo Nuevo, Ica. Este enfoque permite identificar patrones y posibles asociaciones entre variables sin inferir causalidad directa (Ardilla et al., 2015).

3.3.4 Diseño de investigación

El enfoque de investigación empleado en este estudio es no experimental, ya que no se manipulan variables independientes ni se asignan de manera aleatoria. La investigación observa y analiza la situación tal como se presenta en el entorno natural (Supo, 2015).

3.3.5 Población y muestra

La población de esta investigación estuvo conformada por los habitantes del Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, quienes representan el grupo directamente afectado por el manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas. Esta elección se fundamenta en la presencia de problemas sanitarios y ambientales que se manifiestan en esta comunidad, donde la exposición a aguas residuales sin tratamiento adecuado ha sido identificada como un factor que puede incidir en la aparición de diversas enfermedades. Al estudiar a los residentes, se pueden obtener datos relevantes sobre la percepción de la calidad del agua, la incidencia de problemas de salud y la efectividad de las medidas preventivas implementadas, lo que permite evaluar de forma directa el impacto ambiental en la salud pública (Supo, 2015).

Además, la selección de esta población resulta fundamental debido a sus características socioeconómicas y demográficas particulares, las cuales pueden influir en la vulnerabilidad frente a los efectos de la contaminación ambiental. La

integración de datos tanto cualitativos como cuantitativos provenientes de esta comunidad ofrece una visión integral de cómo el deterioro del entorno afecta la calidad de vida de sus habitantes. Estos hallazgos no solo contribuirán a la comprensión del problema en un contexto local, sino que también servirán como base para diseñar estrategias y políticas públicas dirigidas a mejorar las condiciones sanitarias y ambientales en Pueblo Nuevo, Ica (Spiegel and Stephens, 2009).

Muestra

Para obtener la información a ser analizada se realizaron encuestas estructuradas a los residentes de Pueblo Nuevo para obtener información sobre la incidencia de enfermedades y el acceso a servicios de saneamiento (INE, 2018). La muestra representativa se obtuvo aplicando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 * N * P * Q}{(N-1) * E^2 + Z^2 * P * Q} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

n= Tamaño de muestra”

N= Tamaño de la población (7832 habitantes) de acuerdo a las estimaciones realizadas por el INEI en el estudio proyectado hasta el 2020 (INEI, 2020).

Z = Valor de la distribución normal estandarizada de acuerdo al grado de confianza 95% (1,96)

P = Distribución en la variable (0,5) (éxitos)

Q = (1 – P): (0,5) (fracaso)

E = Error muestral máximo que el investigador está en condiciones de aceptar para su estudio muestral 10%.

Reemplazando los datos en la ec. (1)

$$n = \frac{(1.96)^2(7832)(0.5)(0.5)}{(7832 - 1)(0.1)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$n = 95$ pobladores

3.3.6 Técnicas de recolección de datos

Encuestas estructuradas: Se aplicaron cuestionarios a una muestra representativa de los habitantes para recoger información sobre su percepción acerca de la calidad del agua, la incidencia de enfermedades y el conocimiento sobre prácticas preventivas. Las preguntas se formularon de manera sencilla, utilizando escalas de Likert para facilitar la expresión de opiniones.

Observación directa: Se llevaron a cabo visitas de campo para evaluar las condiciones ambientales y sanitarias del área. La observación directa permitió identificar puntos críticos de vertido y el estado de la infraestructura relacionada con el manejo de aguas residuales.

Muestreo y análisis de agua: Se tomaron muestras de agua en diferentes puntos del centro poblado para analizar parámetros relevantes (como DBO5, DQO, entre otros) en laboratorio, lo que permitió corroborar empíricamente la relación entre la contaminación y la incidencia de enfermedades.

3.3.7 Instrumentos de recolección de datos

Cuestionario estructurado

Descripción: Se diseñó un cuestionario con preguntas cerradas y escalas de Likert, utilizando un lenguaje sencillo y adaptado a la realidad local, con el propósito de

recoger la percepción de los habitantes sobre la calidad del agua, el impacto en su salud y la presencia de prácticas preventivas en la comunidad.

Lista de chequeo para observación directa

Descripción: Un formato de registro que facilitó la observación y evaluación de las condiciones ambientales y sanitarias del área, incluyendo la infraestructura de saneamiento y los puntos de vertido de aguas residuales, con la finalidad de documentar de forma objetiva el estado del entorno, identificando elementos críticos que puedan estar asociados con la contaminación.

Instrumentos de muestreo y análisis de agua

Descripción: Kits de muestreo que incluyen botellas estériles y medidores de parámetros (como pH, turbidez, temperatura), para la toma y análisis de muestras de agua en diferentes puntos del centro poblado que permitieron determinar la calidad del agua y detectar la presencia de contaminantes que puedan vincularse al impacto ambiental.

Formato de revisión documental

Descripción: Plantillas para el registro de documentos entre ellos la cadena de custodia y análisis de documentos, informes de salud y normativas ambientales vigentes facilitó el proceso de complementar los datos primarios con información secundaria que ofrecían un contexto histórico y normativo del manejo de aguas residuales en la zona.

3.3.8 Técnicas de procesamiento de datos e interpretación de los resultados

Una vez recolectada la información a través de encuestas, entrevistas, observación directa y análisis de muestras de agua, se procedió a su procesamiento. Para los datos cuantitativos, se realizó la codificación de las respuestas, la tabulación

y el análisis estadístico descriptivo, que incluyó medidas de tendencia central y dispersión, y se emplearon gráficos para visualizar los resultados. Además, se aplicaron técnicas de análisis correlacional para examinar las relaciones entre la calidad del agua y la incidencia de enfermedades. En el caso de los datos cualitativos, se utilizó el análisis de contenido, organizando la información en categorías temáticas para identificar patrones y percepciones comunes. La triangulación de los distintos métodos asegura la validación y robustez de los hallazgos.

La interpretación se realizó contextualizando los resultados dentro del marco teórico y los antecedentes del estudio. Se analizaron las asociaciones encontradas entre los indicadores de contaminación y la incidencia de enfermedades, evaluando cómo estos resultados se alinean o difieren con investigaciones previas. Se discutieron las implicaciones de los hallazgos para la salud pública y la gestión ambiental en la comunidad, permitiendo formular conclusiones y recomendaciones prácticas. La combinación de datos cuantitativos y cualitativos ofrece una visión integral que facilita comprender el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas y su repercusión en la salud de los habitantes de Pueblo Nuevo, Ica.

3.4. Resultados y análisis

Se analizaron los resultados obtenidos con las caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas de la laguna de oxidación para correlacionarlas con la incidencia de enfermedades en la comunidad. De igual manera se evaluó esta incidencia a través de las perspectivas de los habitantes, los resultados y análisis se presentan en los siguientes apartados.

3.4.1 Analizar el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas en la incidencia de enfermedades y la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica

En función de lo descrito, la evaluación del impacto ambiental de las aguas residuales domésticas en la incidencia de enfermedades y en la salud pública es esencial, dado que la exposición a patógenos y contaminantes presentes en estas aguas se ha vinculado al incremento de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dermatológicas en comunidades con infraestructura sanitaria deficiente (WHO, 2011). Estudios epidemiológicos respaldan que la mala calidad del agua es un factor determinante en la aparición y propagación de diversas enfermedades, subrayando la necesidad de recopilar evidencia que permita orientar políticas públicas y estrategias de mitigación adecuadas (Serra, 2020).

En este orden de idea, la investigación en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, como caso de estudio, resultó fundamental para identificar los efectos concretos de la contaminación en un área con características socioambientales específicas. Este objetivo permitió no solo comprender la magnitud del impacto, sino también diseñar intervenciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida y el entorno ambiental de los habitantes (Atif et al., 2024) y así mejorar la gestión de aguas residuales para proteger la salud pública, lo que respalda la relevancia de evaluar esta problemática en comunidades vulnerables, lo cual está en sintonía con la importancia que le dan a este tema organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (Ramesh et al., 2015).

Como parte de la investigación se realizó un análisis de los parámetros físicoquímicos en los puntos de monitoreo YL-01 y YL-02, con el fin de determinar cómo estos influyen en la calidad del agua en la laguna de oxidación de Pueblo Nuevo; los parámetros considerados, así como la metodología de análisis se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4.*Metodología empleada para el análisis de parámetros físico-químicos.*

Parámetros Físicoquímicos	Método de análisis empleado
Aceites y grasas	OIL AND GREASE. LIQUID-LIQUID, 30.00 1 30.00 PARTITION- GRAVIMETRIC METHOD SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 5520 B, 23 RD ED. 2017.
Demanda bioquímica de oxígeno	BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND 40.00 3 120.00 (BOD). 5-Day BOD Test SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017
Sólidos totales en suspensión	SOLIDS. TOTAL, SUSPENDED SOLIDS 20.00 1 20.00 DRIED AT 103- 105°C SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 2540 D, 23 RD ED. 2017.
Potencial de hidrógeno	PH VALUE. ELECTROMETRIC METHOD. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 H+ B, 24th Ed.
Temperatura	TEMPERATURE. LABORATORY AND FIELD METHODS. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24th Ed.
Demanda química de oxígeno	BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND 40.00 3 120.00 (BOD). 5-DAY BOD TEST SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 5210 B, 23 RD ED. 2017

Parámetros microbiológicos evaluados

El laboratorio Envirotest S.A.C., acreditado por INACAL, realizó la evaluación microbiológica de la muestra de agua. Esta evaluación se llevó a cabo empleando los métodos de ensayo especificados en la Tabla 5:

Tabla 5*Metodología empleada para el análisis de parámetros microbiológicos.*

Parámetro microbiológico	Método de análisis empleado
Coliformes termotolerantes	STANDARD TOTAL COLIFORM 40.00 3 120.00 FERMENTATION TECHNIQUE SMEWW 9221B/ 9221C, 23rd Ed. 2017.

Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

La evaluación fisicoquímica y microbiológica de la laguna de oxidación de Pueblo Nuevo abarcó la medición de variables clave que determinan la calidad del agua, tales como “el pH, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)” y microorganismos patógenos. Estos indicadores son esenciales para medir la efectividad del tratamiento de aguas residuales, ya que su monitoreo regular y preciso permite identificar fallos en el sistema, como la eliminación insuficiente de contaminantes o condiciones favorables a la proliferación de patógenos.

Tabla 6

Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la calidad del agua: 14 de setiembre del 2024.

Parámetros Fisicoquímicos			Unidad	Resultados			D.S. N°003-2010-MINAM Límites máximos permisibles para efluentes de PTAR
				YL-01	YL-02	YL-03	
“Aceites y grasas”			µg/L	19	18	17	20
“Demanda Bioquímica de Oxígeno”	Bioquímica	de	µg/L	61	56	53	100
“Solidos Totales en Suspensión”	Totales	en	µg/L	122	105	75	150
“Potencial de hidrogeno”			pH	8.2	7.9	7.3	6.5 – 8.5
“Temperatura”			°C	20	21	22	< 35
“Coliformes totales”			NMP/100ml	<6300	<6000	<5800	10000

Prueba de Hipótesis General (con el estadístico t-student), para el análisis del agua residual domestica

HEo: *El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas NO contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica*

HEa: *El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica*

Se planteó la hipótesis para el punto del monitoreo: CE-01 (en tres fechas distintas)

$H_0: \mu \geq 100 \text{ mg/L}$ (“El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas NO contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica”)

$H_a: \mu < 100 \text{ mg/L}$ (“El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas SI contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica”)

“Se consideró el nivel de significancia” $\alpha = 0.05$

Tabla 7

Se estimó el estadístico de prueba (Estadística Descriptiva).

Numero aleatorios	Columna 1	
61	Media	56.6667
56	“Error típico”	2.3333
53	“Mediana”	56
	Desviación estándar	4.0415
	“Varianza de la muestra”	16.3333
	“Coeficiente de asimetría”	0.7221
	“Rango”	8
	“Mínimo”	53
	“Máximo”	61
	“Suma”	170
	“Cuenta”	3
	Nivel de confianza (95.0%)	10.0395

Se estableció la regla de decisión

$\mu =$	100
$\alpha =$	0.05
n =	3
gl =	2

Se resuelve el t-Student experimental

$$t_{\text{Experimental}} = -18.5714$$

La distribución del $t_{\text{teórico}} = -2.9200$ (ANEXO I: Distribución t de Student, gl = 2 y $\alpha = 0.05$) obteniéndose un **p valor de 0.00144**.

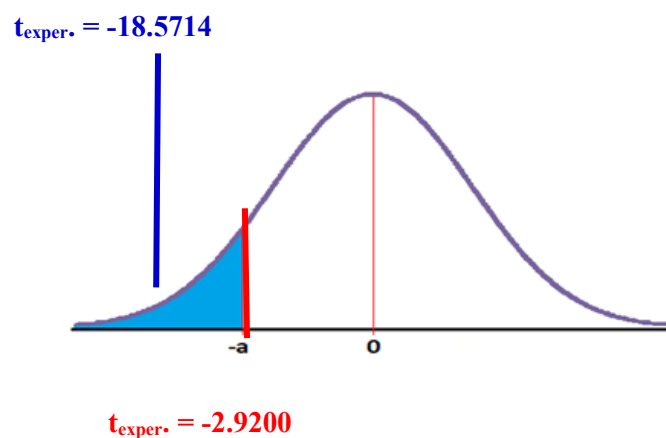
Entonces,

Si $t_{\text{Experimental}} (-18.5714) < t_{\text{teórico}} (-2.9200)$ entonces SE RECHAZA H_0

H_a: El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas SI contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica (μ DBO5 < 100 mg/L).

Figura 3.

Distribución de t-Student para el monitoreo los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del poblado del distrito de Pueblo Nuevo.



Se afirma, que:

La prueba de hipótesis basada en el parámetro DBO₅ muestra que el valor medio observado (56.67 mg/L) es significativamente menor que el límite máximo permisible de 100 mg/L, evidenciado por un valor t experimental de -18.5714, que es considerablemente menor que el valor t crítico de -2.9200, y un p-valor de 0.00144 ($p < 0.05$). Esto permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_a). En consecuencia, se concluye que el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas sí contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, lo que subraya la urgencia de intervenir para mejorar el tratamiento de estos efluentes y reducir los riesgos sanitarios.

3.4.2 Análisis de la percepción y experiencia directa de la población, sobre el efecto de las aguas residuales domésticas en la incidencia de enfermedades y la salud pública

La realización de encuestas en el marco de la investigación sobre "Aguas residuales domésticas y su incidencia en las enfermedades y la salud pública" fue fundamental para captar la percepción y experiencia directa de la población afectada. Las encuestas permitieron recopilar información cualitativa y cuantitativa sobre cómo la calidad del agua influye en la salud de los habitantes, su conocimiento sobre prácticas de saneamiento, y la frecuencia con la que se presentan síntomas o enfermedades que puedan estar vinculadas a la contaminación por aguas residuales. Esta información fue crucial para identificar vulnerabilidades específicas y para contrastar los datos ambientales obtenidos a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Además, las encuestas facilitaron el entendimiento de las actitudes y comportamientos de la comunidad frente a las medidas de prevención y educación ambiental, aspectos esenciales para el desarrollo de políticas públicas orientadas a mejorar la calidad del agua y la salud en el centro poblado. La información

recolectada permitió validar y enriquecer los hallazgos técnicos, ofreciendo una visión integral que combina evidencia empírica con la experiencia vivida por la población. Esto no solo fortalece el análisis del impacto de las aguas residuales, sino que también proporciona una base sólida para proponer intervenciones efectivas y orientadas a las necesidades reales de la comunidad.

Tabla 8

Metodología empleada para la encuesta sobre percepción comunitaria.

Dimensión	Indicadores (Elaborar las preguntas)	Fecha encuesta	Categorías
Regulación y Cumplimiento	I1,1,1: Conocimiento de normativas ambientales	28 de septiembre del.2024	Siempre
	I1,1,2: Percepción del cumplimiento por parte de las autoridades		Casi siempre
	I1,1,3: Existencia de mecanismos de control y sanción		A veces
	I1,1,4: Satisfacción con la implementación de políticas ambientales		Nunca
Incidencia y Prevalencia de enfermedades	ID,1,1: Percepción del vínculo entre la calidad del agua y la salud	28 de septiembre del.2024	Siempre
	ID,1,2: Percepción de la presencia de enfermedades relacionadas con el agua		Casi siempre
	ID,1,3: Impacto percibido en la salud comunitaria		A veces
	ID,1,4: Autoevaluación de la salud en relación con la exposición al agua contaminada		Nunca
“Prevención y Educación”	ID,2,1: Conocimiento sobre el impacto ambiental	28 de septiembre del.2024	Siempre
	ID,2,2: Conciencia sobre medidas preventivas		Casi siempre
	ID,2,3: Percepción de la efectividad de las campañas educativas		A veces
	ID,2,4: Participación en actividades de educación ambiental		Nunca
	ID,2,5: Acceso a Información y recursos educativos		

De la variable principal **Aguas residuales domiciliarias**, contribuye con su dimensión **Regulación y cumplimiento** se dispuso de cuatro (04) indicadores que permitieron elaborar las preguntas y ser certificadas por los especialistas:

- P1:** *¿Está usted informado sobre las normas que regulan el manejo de aguas residuales en su comunidad?*
- P2:** *¿Cree que las autoridades locales hacen cumplir adecuadamente las normativas para el manejo de aguas residuales?*

P3: *¿Considera que en su comunidad hay suficientes controles y sanciones para quienes no respetan las normas ambientales de aguas residuales?*

P4: *¿Está satisfecho con la forma en que se implementan y se cumplen las políticas ambientales sobre el manejo de aguas residuales en su comunidad?*

De la variable secundaria **Incidencia de enfermedades y la salud pública** contribuye con su dimensión **Incidencia y prevalencia de enfermedades** se dispuso de cuatro (04) indicadores que permitieron elaborar las preguntas y ser certificada por los especialistas.

P5: *¿Considera que la mala calidad del agua en su comunidad ha afectado la salud de su familia?*

P6: *¿Cree que en su comunidad se presentan problemas de salud (como infecciones o malestares estomacales) relacionados con el agua contaminada?*

P7: *¿En qué medida opina que la contaminación del agua ha deteriorado la salud general de las personas en su comunidad?*

P8: *¿Considera que ha experimentado problemas de salud debido a la exposición al agua en su entorno?*

De la variable secundaria **Incidencia de enfermedades y la salud pública** contribuye con su dimensión **Prevención y educación** se estructuraron cinco (05) indicadores que permitieron elaborar las preguntas y ser certificada por los especialistas.

P9: *¿Cree que el vertido de aguas residuales afecta la calidad del agua en su comunidad?*

P10: *¿Está usted al tanto de las medidas que pueden ayudar a prevenir la contaminación del agua en su barrio?*

P11: *¿Considera que las campañas de educación ambiental en su comunidad han contribuido a reducir la contaminación del agua?*

P12: *¿Con qué frecuencia participa en actividades o charlas sobre la protección del medio ambiente y la salud pública?*

P13: *¿Cree que en su comunidad se cuenta con suficiente información para prevenir los efectos negativos de la contaminación del agua?*

Encuestas: Regulación y cumplimiento

P1: *¿Está usted informado sobre las normas que regulan el manejo de aguas residuales en su comunidad?*

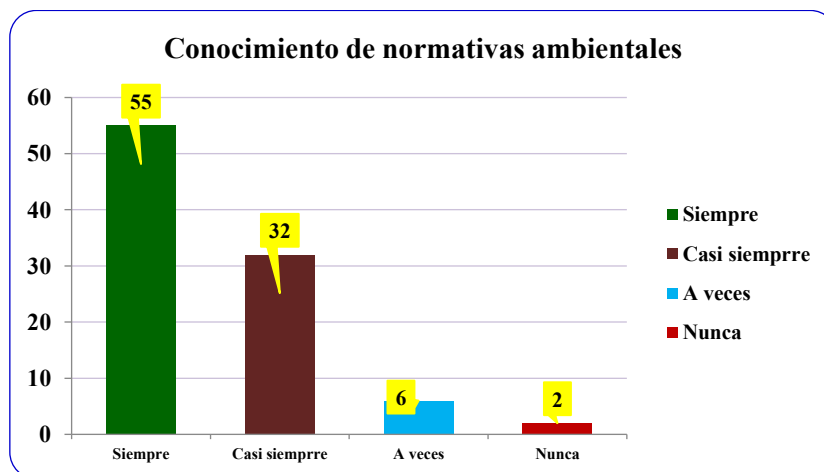
Tabla 9

Conocimiento de normativas ambientales.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (fi)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (Fi)	Frecuencia Relativa Simple hi (%)	Frecuencia Relativa Acumulada Hi (%)
Siempre	55	55	57.89%	57.89%
Casi siempre	32	87	33.68%	91.58%
A veces	6	93	6.32%	97.89%
Nunca	2	95	2.11%	100.00%
	95		100%	

Figura 4

Conocimiento de normativas ambientales.



Interpretación

Reflejan que la mayoría de los encuestados está siempre informada (57.89%), seguido por quienes casi siempre lo están (33.68%), mientras que un porcentaje menor se manifiesta que a veces (6.32%) o nunca (2.11%) está informado sobre las normas que regulan el manejo de aguas residuales en su comunidad.

P2: ¿Cree que las autoridades locales hacen cumplir adecuadamente las normativas para el manejo de aguas residuales?

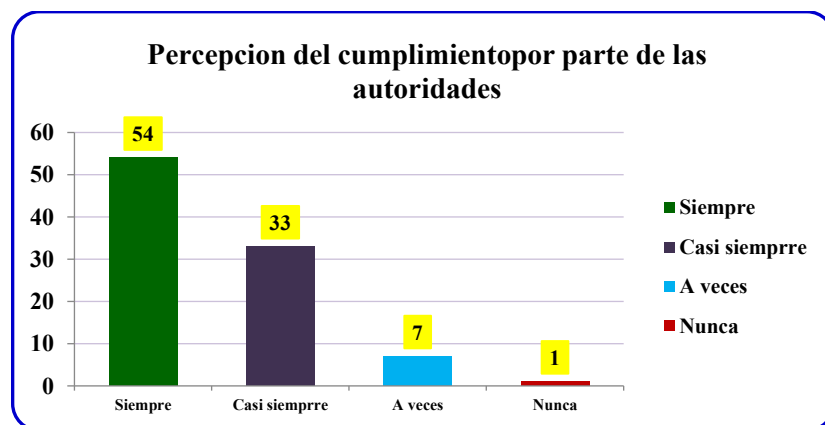
Tabla 10

Percepción del cumplimiento por parte de las autoridades.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (fi)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (Fi)	Frecuencia Relativa Simple hi (%)	Frecuencia Relativa Acumulada Hi (%)
Siempre	54	54	56.84%	56.84%
Casi siempre	33	87	34.74%	91.58%
A veces	7	94	7.37%	98.95%
Nunca	1	95	1.05%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 5

Percepción del cumplimiento por parte de las autoridades.



Interpretación

Los porcentajes indican que la mayoría de los encuestados (56.84%) consideran que las autoridades locales hacen cumplir las normativas, seguido por un 34.74% que se muestra casi siempre lo hacen, mientras que solo un 7.37% considera que lo hacen a veces y un 1.05% considera que nunca la hacen cumplir. Esto refleja un alto nivel de conocimiento o percepción sobre el rol de las autoridades locales para el cumplimiento normativo en el manejo de aguas residuales en la comunidad”

P3: ¿Considera que en su comunidad hay suficientes controles y sanciones para quienes no respetan las normas ambientales de aguas residuales?

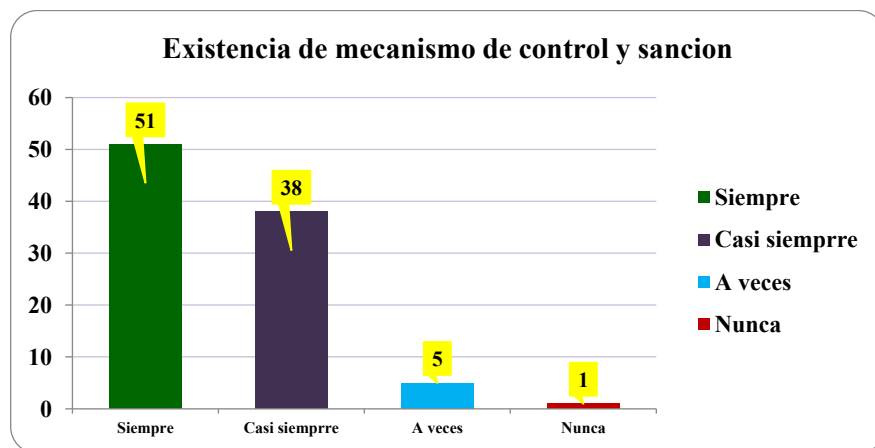
Tabla 11

Existencia de mecanismos de control y sanción.

“Categorías”	“Frecuencias Absolutas Simples” (f _i)	“Frecuencias Absolutas Acumuladas” (F _i)	“Frecuencia Relativa Simple” h _i (%)	“Frecuencia Relativa Acumulada” H _i (%)
Siempre	51	51	53.68%	53.68%
Casi siempre	38	89	40.00%	93.68%
A veces	5	94	5.26%	98.95%
Nunca	1	95	1.05%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 6

Existencia de mecanismos de control y sanción.



Interpretación

Los datos muestran que el 53.68% de los encuestados afirma que siempre hay suficientes controles y sanciones para quienes no respetan las normas ambientales de aguas residuales, mientras que un 40.00% indica que estos controles y sanciones casi siempre son suficientes. Solo un 5.26% indicó que a veces lo son y un 1.05% afirma no son suficientes en absoluto. Estos resultados sugieren que la mayoría de la comunidad considera que existen suficientes controles y sanciones para quienes no respetan las normas ambientales relativas al manejo de agua residuales.

P4: *¿Está satisfecho con la forma en que se implementan y se cumplen las políticas ambientales sobre el manejo de aguas residuales en su comunidad?*

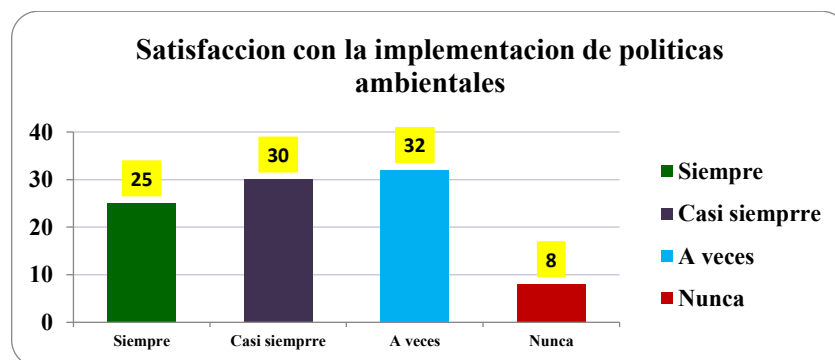
Tabla 12

Satisfacción con la implementación de políticas ambientales.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (f_i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F_i)	Frecuencia Relativa Simple h_i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H_i (%)
Siempre	25	25	26.32%	26.32%
Casi siempre	30	55	31.58%	57.89%
A veces	32	87	33.68%	91.58%
Nunca	8	95	8.42%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 7

Satisfacción con la implementación de políticas ambientales.



Interpretación

Los datos indican que solo el 26.32% de los encuestados afirma estar siempre satisfecho con la forma en que se implementan y se cumplen las políticas ambientales sobre el manejo de aguas residuales en Pueblo nuevo, mientras que un 31.58% se declara casi siempre satisfecho. Además, un 33.68% señala estar satisfechos a veces y un 8.42% indica no estar satisfecho en absoluto. Estos resultados sugieren que, en general, la comunidad está de acuerdo con la manera en que se implementan y se hacen cumplir las políticas ambientales relativas al manejo de aguas residuales.

Encuesta Incidencia y prevalencia de enfermedades

P5: *¿Considera que la mala calidad del agua en su comunidad ha afectado la salud de su familia?*

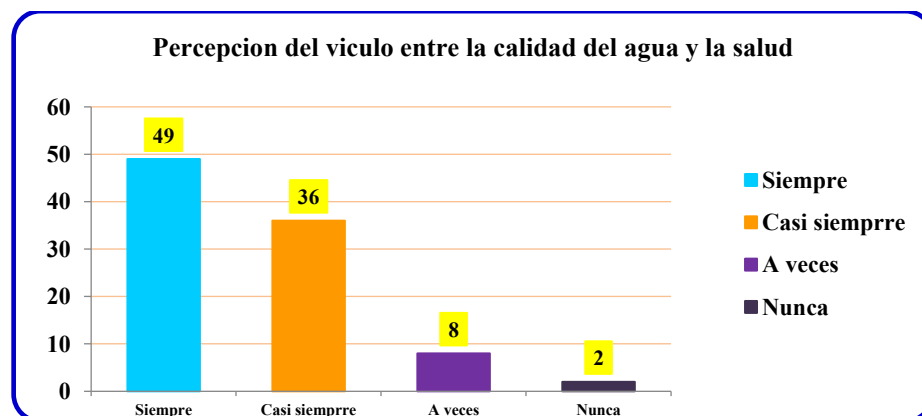
Tabla 13

Percepción del vínculo entre la calidad del agua y la salud.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (fi)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (Fi)	Frecuencia Relativa Simple hi (%)	Frecuencia Relativa Acumulada Hi (%)
Siempre	49	49	51.58%	51.58%
Casi siempre	36	85	37.89%	89.47%
A veces	8	93	8.42%	97.89%
Nunca	2	95	2.11%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 8

Percepción del vínculo entre la calidad del agua y la salud.



Interpretación

Los datos revelan que el 51.58% de los encuestados considera que la mala calidad del agua en su comunidad siempre ha afectado la salud de su familia mientras que un 37.89% declara que casi siempre la afecta. Adicionalmente, un 8.42% manifiesta estar afectado ocasionalmente y un 2.11% señala no estar afectado en absoluto. En términos generales, se evidencia que los encuestados consideran que la mala calidad del agua en su comunidad ha impactado negativamente la salud de sus familias.

P6: ¿Cree que en su comunidad se presentan problemas de salud (como infecciones o malestares estomacales) relacionados con el agua contaminada?

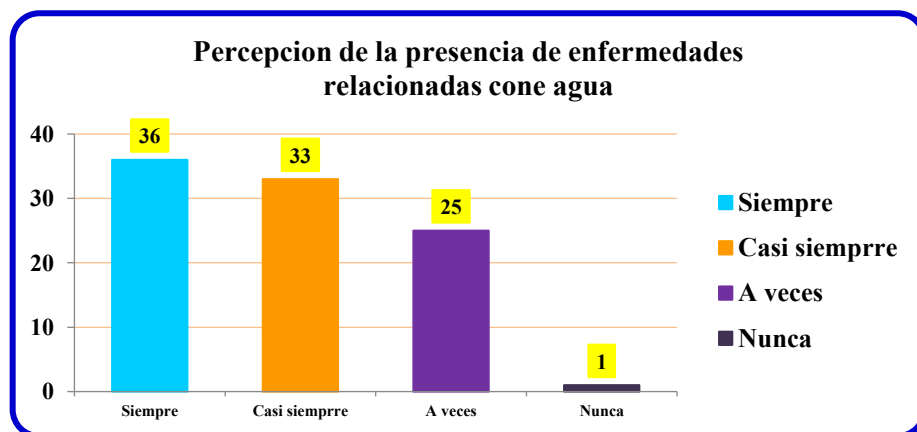
Tabla 14

Percepción de la presencia de enfermedades relacionadas con el agua.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (f_i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F_i)	Frecuencia Relativa Simple h_i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H_i (%)
Siempre	36	36	37.89%	37.89%
Casi siempre	33	69	34.74%	72.63%
A veces	25	94	26.32%	98.95%
Nunca	1	95	1.05%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 9

Percepción de la presencia de enfermedades relacionadas con el agua.



Interpretación

Los datos indican que el 37.89% de los encuestados declara que siempre se presentan enfermedades relacionadas con el agua, mientras que el 34.74% considera que casi siempre se presentan estas enfermedades, además, el 26.32% considera que se presentan ocasionalmente estas enfermedades y solo el 1.05% no ve relación entre estas dos variables, Esto indica que la mayoría de las personas encuestadas considera que en su comunidad se evidencian problemas de salud—como infecciones o malestares estomacales—relacionados con la contaminación del agua.

P7: *¿En qué medida opina que la contaminación del agua ha deteriorado la salud general de las personas en su comunidad?*

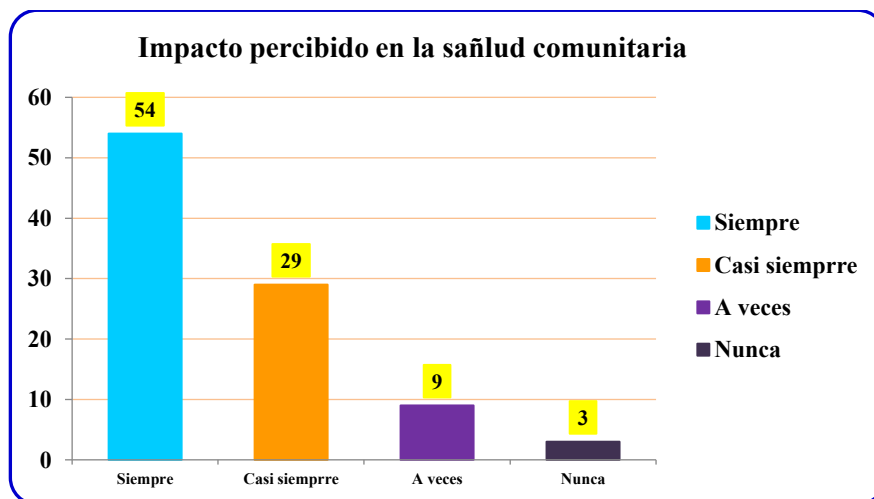
Tabla 15

Impacto percibido en la salud comunitaria.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples" (f _i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F _i)	Frecuencia Relativa Simple h _i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H _i (%)
Siempre	54	54	56.84%	56.84%
Casi siempre	29	83	30.53%	87.37%
A veces	9	92	9.47%	96.84%
Nunca	3	95	3.16%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 10

Impacto percibido en la salud comunitaria.



Interpretación

Los resultados muestran que el 56.84% de los encuestados afirma que siempre la contaminación afecta la salud de la comunidad mientras que el 30.53% declara que casi siempre hay afectación, solo un grupo minoritario, de 9.47% considera que la afectación de la contaminación a la salud es ocasional y un 3.16% afirma que nunca la contaminación afecta la salud comunitaria. Estos resultados evidencian que comunidad asocia que la contaminación del agua contribuye de algún modo en el deterioro de la salud en general.

P8: *¿Considera que ha experimentado problemas de salud debido a la exposición al agua en su entorno?*

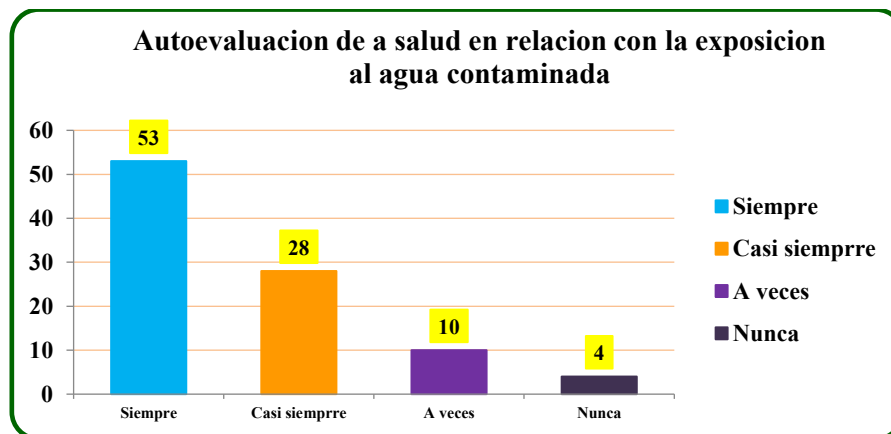
Tabla 16

Autoevaluación de la salud en relación con la exposición al agua contaminada.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples" (f _i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F _i)	Frecuencia Relativa Simple h _i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H _i (%)
Siempre	53	53	55.79%	55.79%
Casi siempre	28	81	29.47%	85.26%
A veces	10	91	10.53%	95.79%
Nunca	4	95	4.21%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 11

Autoevaluación de la salud en relación con la exposición al agua contaminada.



Interpretación

Los datos revelan que el 55.79% de los encuestados afirma estar siempre experimentando problemas de salud asociadas a la exposición, mientras que el 29.47% declara casi siempre ha tenidos esta situación, un 10.53% ocasionalmente han experimentado enfermedades al exponerse a aguas contaminadas y solo 4.21% indica que nunca se ha enfermado producto a esta exposición. Esto evidencia un alto porcentaje de la muestra ha relacionado problemas de salud con la exposición a aguas contaminadas.

Encuesta Prevención y educación

P9: *¿Cree que el vertido de aguas residuales afecta la calidad del agua en su comunidad?*

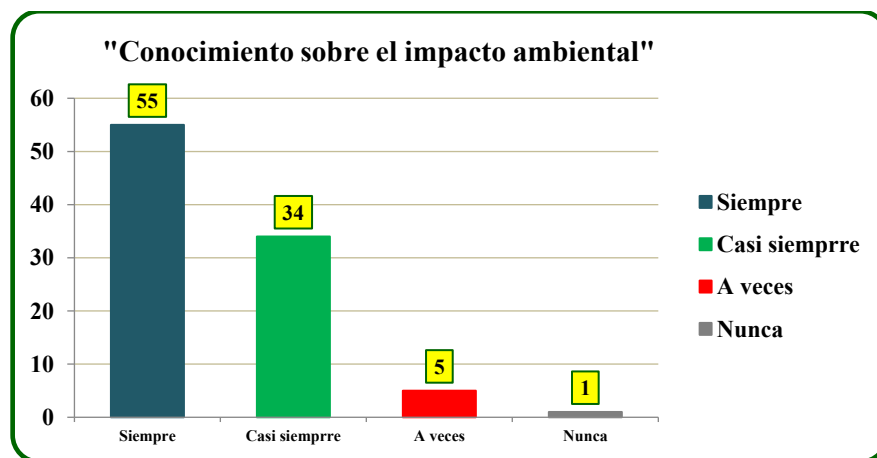
Tabla 17

Conocimiento sobre el impacto ambiental.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (f_i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F_i)	Frecuencia Relativa Simple h_i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H_i (%)
Siempre	55	55	57.89%	57.89%
Casi siempre	34	89	35.79%	93.68%
A veces	5	94	5.26%	98.95%
Nunca	1	95	1.05%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 12

Conocimiento sobre el impacto ambiental.



Interpretación

Los resultados indican que el 57.89% de los encuestados considera que el vertido de *aguas residuales afecta la calidad del agua* de la comunidad, mientras que el 35.79% refiere que casi siempre se afecta la calidad de las aguas. Además, un 5.26% señala que ocasionalmente ocurre y un solo 1.05% afirma que no ocurre en absoluto. Estos resultados evidencian que los habitantes opinan que el vertido de aguas residuales afecta negativamente la calidad del agua.

P10: *¿Está usted al tanto de las medidas que pueden ayudar a prevenir la contaminación del agua en su barrio?*

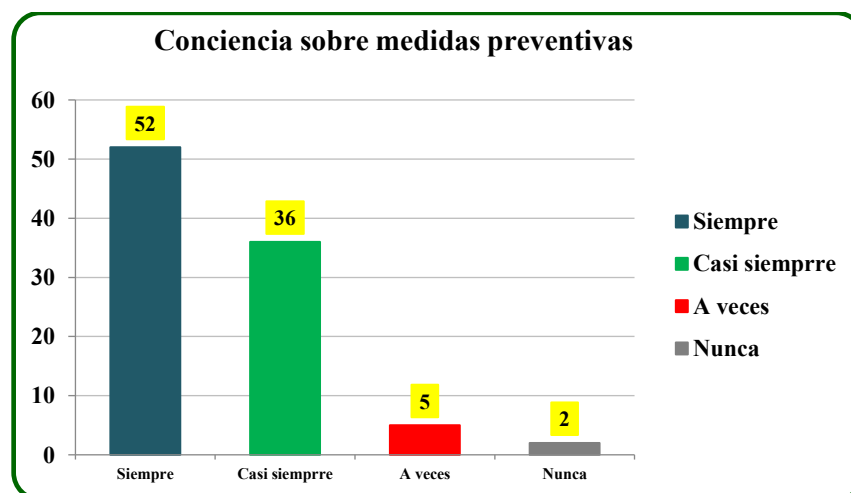
Tabla 18

Conciencia sobre medidas preventivas.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (f_i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F_i)	Frecuencia Relativa Simple h_i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H_i (%)
Siempre	52	52	54.74%	54.74%
Casi siempre	36	88	37.89%	92.63%
A veces	5	93	5.26%	97.89%
Nunca	2	95	2.11%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 13

Conciencia sobre medidas preventivas.



Interpretación

Los resultados muestran que el 54.74% de los encuestados afirma estar siempre al tanto de que de las medidas son un aliado para prevenir la contaminación del agua en su comunidad mientras que el 37.89% se considera que casi siempre las medidas ayudan. Además, un 5.26% considera que se percibe que las medidas a veces ayudan y un 2.11% indican que en absoluto contribuyen. La mayoría de la comunidad acepta que las medidas preventivas pueden ayudar a evitar la contaminación del agua en su barrio.”

P11: *¿Considera que las campañas de educación ambiental en su comunidad han contribuido a reducir la contaminación del agua?*

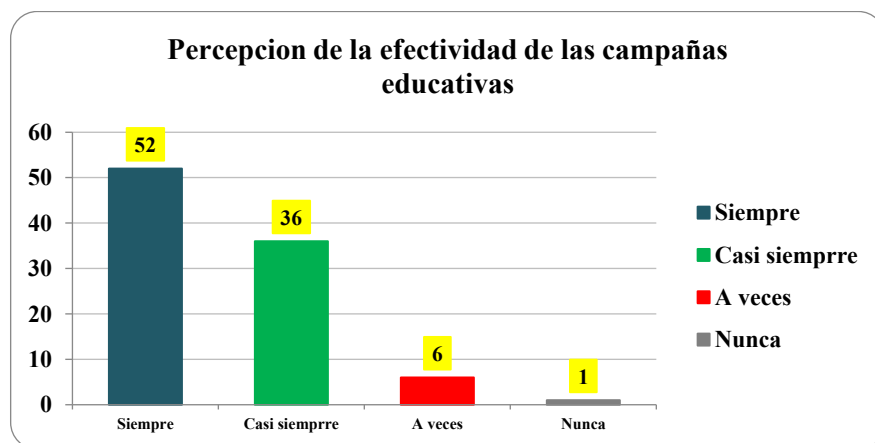
Tabla 19

Percepción de la efectividad de las campañas educativas.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (f_i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F_i)	Frecuencia Relativa Simple h_i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H_i (%)
Siempre	52	52	54.74%	54.74%
Casi siempre	36	88	37.89%	92.63%
A veces	6	94	6.32%	98.95%
Nunca	1	95	1.05%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 14

Percepción de la efectividad de las campañas educativas.



Interpretación

Los resultados evidencian que el 54.74% de los encuestados consideran siempre que las campañas de educación ambiental han contribuido a reducir la contaminación del agua en su comunidad, mientras que el 37.89% considera que casi siempre contribuye. Además, un 6.32% indica que influye de forma ocasional y un 1.05% considera que en absoluto influye. El grueso de la población considera que las campañas de educación ambiental implementadas en su comunidad han contribuido a reducir la contaminación del agua.

P12: *¿Con qué frecuencia participa en actividades o charlas sobre la protección del medio ambiente y la salud pública?*

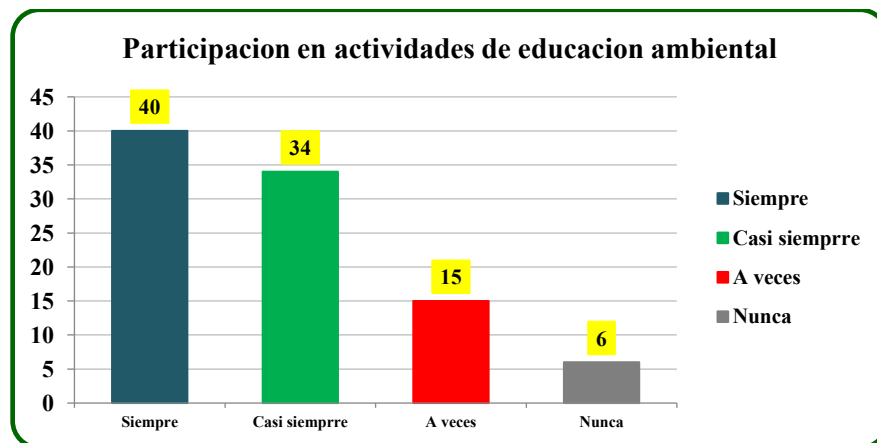
Tabla 20

Participación en actividades de educación ambiental.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (f_i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F_i)	Frecuencia Relativa Simple h_i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H_i (%)
Siempre	40	40	42.11%	42.11%
Casi siempre	34	74	35.79%	77.89%
A veces	15	89	15.79%	93.68%
Nunca	6	95	6.32%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 15

Participación en actividades de educación ambiental.



Interpretación

Los resultados evidencian que el 42.11% de los encuestados asegura que siempre participa en actividades o charlas sobre la protección del medio ambiente y la salud pública mientras que el 35.79% afirma que casi siempre lo hace. Además, un 15.79% indica hacerlo de forma ocasional y un 16.32% manifiesta no participar en lo absoluto. Esto evidencia que la mayoría de la población con frecuencia participan en actividades o charlas relacionadas con la protección del medio ambiente y la salud pública.

P13: ¿Cree que en su comunidad se cuenta con suficiente información para prevenir los efectos negativos de la contaminación del agua?

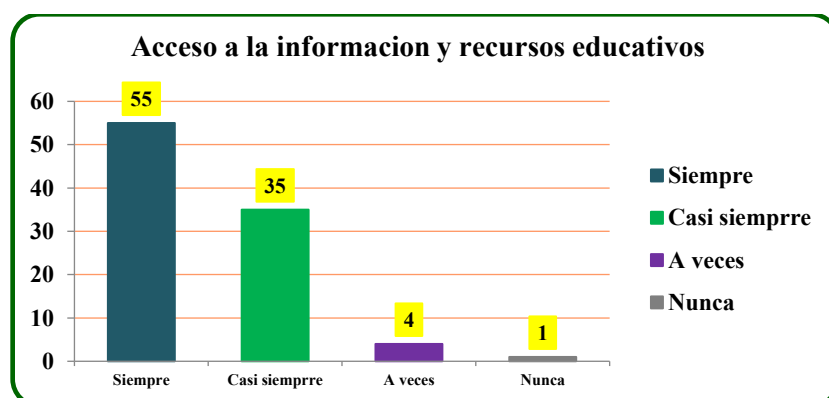
Tabla 21

Acceso a Información y recursos educativos.

Categorías	Frecuencias Absolutas Simples (f _i)	Frecuencias Absolutas Acumuladas (F _i)	Frecuencia Relativa Simple h _i (%)	Frecuencia Relativa Acumulada H _i (%)
Siempre	55	55	57.89%	57.89%
Casi siempre	35	90	36.84%	94.74%
A veces	4	94	4.21%	98.95%
Nunca	1	95	1.05%	100.00%
	95		100.00%	

Figura 16

Acceso a Información y recursos educativos.



Interpretación

Los resultados muestran que el 57.89% de los encuestados creen que siempre la comunidad cuenta con suficiente información para prevenir los efectos negativos de la contaminación del agua, mientras que el 36.84% declara que casi siempre se dispone de estos recursos. Además, un 4.21% indica que esta disponibilidad es de forma ocasional y un 1.05% manifiesta que en absoluto se dispone de información. En general, un significativo porcentaje considera que en su comunidad cuenta con la información necesaria para prevenir los efectos negativos de la contaminación del agua.

Prueba de Hipótesis General (con el chi cuadrado), para las encuestas en el centro poblado de Pueblo Nuevo

H₀: El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas NO contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica. Si $F_{\text{Experimental}} < F_{\text{Teorico}}$: Se rechaza la H_a

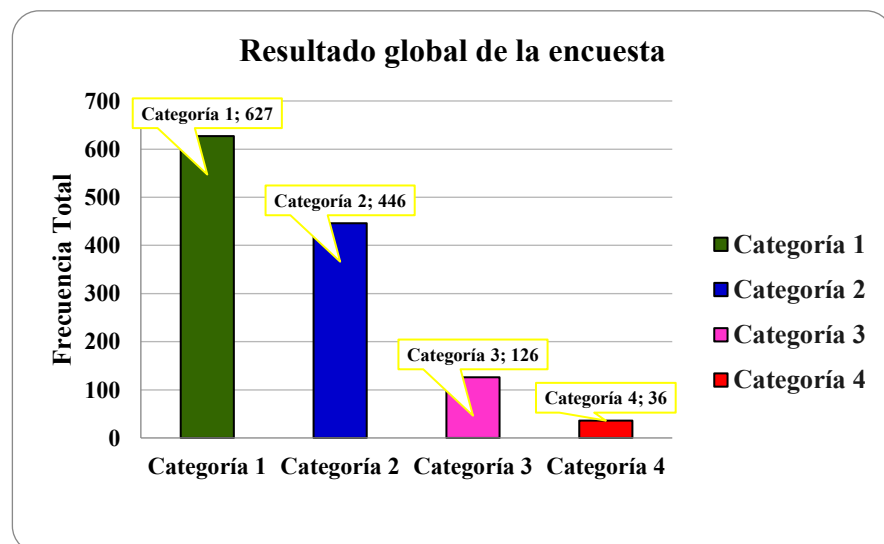
H_a: El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica. Si $F_{\text{Experimental}} > F_{\text{Teorico}}$: Se acepta la H_a

Resultado global de la encuesta

El gráfico adjunto detalla este resultado

Figura 17

Resultados de la encuesta a la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo.



Interpretación

- La categoría 1: Siempre = 627
- La categoría 2: Casi siempre = 446

- La categoría 3: A veces = 126
- La categoría 4: Nunca = 36

En la Tabla adjunta, se han evaluado las 13 preguntas relacionándolas con las cuatro opciones para aplicar el estadístico Chi cuadrado.

Aplicación del Chi Cuadrado Teórico

	n	n-1
Preguntas	13	12
Categorías	4	3
Grados de libertad		36
Nivel de significancia		0.95
error		0.05

Tabla estadística: Tabla D7 (Valores Critico de la Distribución de JI CUADRADO)

36	50.993	$X^2_{Teorico}$
----	--------	-----------------

Desarrollando el Chi Cuadrado Experimental

Tamaño de muestra (encuestados)= n=	95
Número total de observaciones= (95* 13)	1235

Fórmulas:

$$\sum fe_n (Frecuencia esperada) = \frac{\sum (Categoría_n)}{n (preguntas)}$$

$$X^2_{Experimental} = \frac{\sum (Categoría_n - fa)}{\sum fe_n}$$

Tabla 22

Análisis de las cuatro categorías respecto a las preguntas realizadas.

Característica- Respuesta	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11			P12	Total
Siempre	55	54	51	25	49	36	54	53	55	52	52	40	55		627
Casi siempre	32	33	38	30	36	33	29	28	34	36	36	34	35		446
A veces	6	7	5	32	8	25	9	10	5	5	6	15	4		126
Nunca	2	1	1	8	2	1	3	4	1	2	1	6	1		36
	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95		1235

Tabla 23

Cálculo del Chi cuadrado a la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	(Categoría 1-fa) ²	(Categoría 2-fa) ²	(Categoría 3-fa) ²	(Categoría 4-fa) ²
P01	55	32	6	2	41.75	1.92	20.60	0.29
P02	54	33	7	1	29.83	0.15	12.52	2.37
P03	51	38	5	1	6.06	21.30	30.67	2.37
P04	25	30	32	8	554.06	11.46	460.60	29.83
P05	49	36	8	2	0.21	6.84	6.44	0.29
P06	36	33	25	1	157.21	0.15	209.14	2.37
P07	54	29	9	3	29.83	19.22	2.37	0.21
P08	53	28	10	4	19.91	28.99	0.29	2.14
P09	55	34	5	1	41.75	0.38	30.67	2.37
P10	52	36	5	2	11.98	6.84	30.67	0.29
P11	52	36	6	1	11.98	6.84	20.60	2.37
P12	40	34	15	6	72.91	0.38	19.91	11.98
P13	55	35	4	1	41.75	2.61	42.75	2.37
Σ	631	434	137	33	1019.23	107.08	887.23	59.23

Tabla 24

CHI CUADRADO experimental de la hipótesis principal.

	Σ Frecuencia absoluta (fa) _i	Σ Frecuencia esperada (fe) _i	$X^2_{Exper.}$
Categoría 1	631	48.54	20.998
Categoría 2	434	33.38	3.207
Categoría 3	137	10.54	84.190
Categoría 4	33	2.54	23.333
Observaciones	1235		131.729

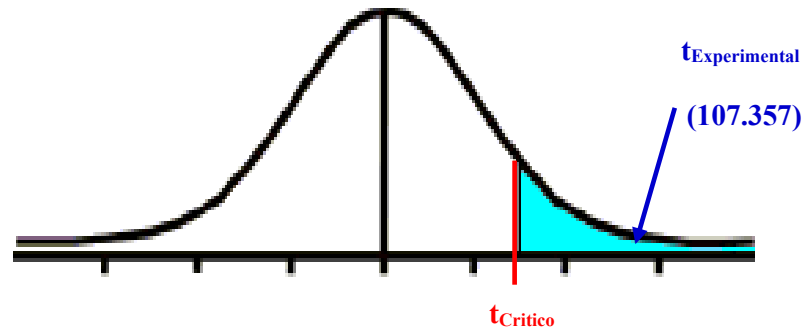
De tal manera que,

Si $t_{\text{Experimental}} (131.729) > t_{\text{Teórico}} (50.993)$ entonces se ACEPTA H_a

Ha: El impacto ambiental de las aguas residuales domésticas SI contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Figura 18.

Distribución de Ji Cuadrado para Si $F_{\text{Experimental}} > F_{\text{Teorico}}$: Se acepta la HG.



Se afirma, que:

La interpretación de este objetivo se fundamenta en la prueba estadística de Chi cuadrado, que comparó las frecuencias observadas en las respuestas de la encuesta con las frecuencias esperadas bajo la hipótesis nula. En este caso, el valor de Chi cuadrado experimental fue de 131.729, lo cual es significativamente mayor que el valor crítico teórico de 50.993, obtenido con un nivel de significancia de 0.05 y 36 grados de libertad.

Este resultado nos permite rechazar la hipótesis nula (H_0), que establecía que "el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas NO contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta la salud pública en el

centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica". En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa (H_a), lo que significa que la evidencia estadística respalda que el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas contribuye de manera significativa a la incidencia de enfermedades y afecta negativamente la salud pública en la comunidad. Esta conclusión resalta la necesidad de intervenir en el manejo y tratamiento de estos efluentes para mejorar las condiciones sanitarias y la calidad de vida de los habitantes".

3.4.2.1 Evaluar las aguas residuales domésticas en la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica

La evaluación de las aguas residuales domésticas en relación con la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica, es fundamental para identificar y cuantificar los riesgos sanitarios asociados a la contaminación del agua. La exposición a patógenos y contaminantes presentes en efluentes sin tratar o mal gestionados se ha relacionado con el incremento de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y otras afecciones, lo cual puede afectar significativamente la salud de la comunidad. Esta evaluación permite identificar deficiencias en el tratamiento de las aguas residuales y, a su vez, fundamentar la necesidad de implementar medidas correctivas y preventivas para mitigar dichos impactos.

Además, diversos estudios han demostrado que una adecuada gestión de las aguas residuales es esencial para reducir la incidencia y prevalencia de enfermedades en poblaciones vulnerables. La Organización Mundial de la Salud (WHO, 2011) destaca que la calidad del agua es un determinante clave en la salud pública, y que el manejo correcto de los efluentes es crucial para prevenir brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Asimismo, investigaciones epidemiológicas han establecido una correlación directa entre la calidad del agua y la salud de la población, lo que refuerza la importancia de evaluar y monitorear las aguas residuales en entornos urbanos con infraestructuras sanitarias limitadas, como es el caso de Pueblo Nuevo, Ica (Curtis et al., 2024).

Hipótesis específica (2)

- HE2o:** Las aguas residuales domésticas NO contribuyen significativamente a la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.
- HE2a:** Las aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Tabla 25

Aplicación del Chi Cuadrado Teórico (Tabla D-7: tabla de valores críticos de Chi cuadrado (Anexo II).

	n	n-1
Preguntas	4	3
Categorías	4	3
Grados de libertad	9	

Nivel de significancia	0.95
error	0.05

9	16.919	$\chi^2_{Teorico}$
----------	---------------	--------------------------------------

Tabla 26

Relación de las Categorías con las preguntas para las encuestas y relación de categorías con la frecuencia esperada.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	(Categoría 1- fe) ²	(Categoría 2- fe) ²	(Categoría 3- fe) ²	(Categoría 4- fe) ²
P05	49	36	8	2	1.00	20.25	25.00	0.25
P06	36	33	25	1	144.00	2.25	144.00	2.25
P07	54	29	9	3	36.00	6.25	16.00	0.25
P08	53	28	10	4	25.00	12.25	9.00	2.25
SUM	192	126	52	10	206.00	41.00	194.00	5.00

Tamaño de muestra (encuestados)= n=	95
Número total de observaciones= (95*4)	380

Tabla 27

Aplicación del Chi Cuadrado experimental para la hipótesis (2).

	Σ Frecuencia absoluta (f_a) _i	Σ Frecuencia esperada (f_e) _i	$\chi^2_{\text{Exper.}} - \text{HE3}$
Categoría 1	192	48.00	4.292
Categoría 2	126	31.50	1.302
Categoría 3	52	13.00	14.923
Categoría 4	10	2.50	2.000
Observaciones	380		22.516

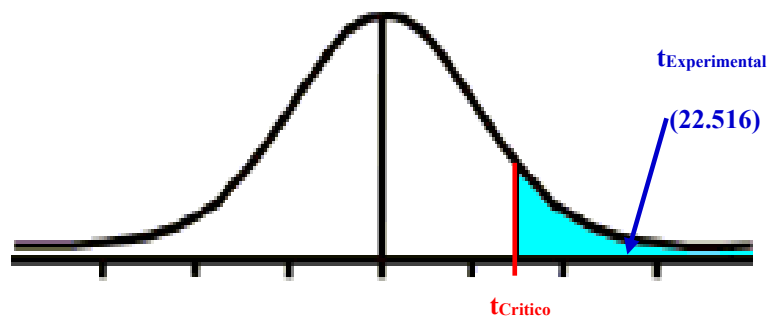
De tal manera que,

Si $t_{\text{Experimental}} (22.516) > t_{\text{Teórico}} (16.919)$ entonces se ACEPTA H_a

HE2a: Las aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Figura 19

Distribución de Ji Cuadrado para Si $F_{\text{Experimental}} > F_{\text{Teórico}}$: Se acepta la HE2_a



Se afirma, que:

La interpretación de la hipótesis específica (HE2) se basa en la prueba de Chi cuadrado, la cual arrojó un valor experimental de 22.516, superior al valor teórico crítico de 16.919 para 9 grados de libertad al nivel de significancia establecido (0.05). Este resultado permite rechazar la hipótesis nula (HE2o), que postulaba que

las aguas residuales domésticas no contribuyen significativamente a la incidencia y prevalencia de enfermedades en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica, y aceptar la hipótesis alternativa (HE2a). En consecuencia, se concluye que las aguas residuales domésticas sí tienen una influencia significativa en la incidencia y prevalencia de enfermedades en esta comunidad, lo que subraya la importancia de mejorar el manejo y tratamiento de estos efluentes para reducir los riesgos sanitarios.

Estos hallazgos se alinean con estudios epidemiológicos previos que han demostrado que la exposición a patógenos y contaminantes presentes en efluentes no tratados incrementa la incidencia de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dermatológicas en poblaciones con infraestructura sanitaria deficiente (Osuolale y Okoh, 2016).

Además, los resultados de las encuestas complementan los datos cuantitativos, mostrando que los habitantes perciben una relación directa entre la mala calidad del agua y los problemas de salud en sus familias. Esta percepción refuerza la necesidad de implementar medidas correctivas en el manejo de aguas residuales y fortalecer las políticas de salud pública, tal como lo han recomendado organismos internacionales como la “Organización Mundial de la Salud” (UNESCO, 2016). En conjunto, la evidencia sugiere que intervenciones dirigidas a mejorar la gestión de aguas residuales y promover la educación ambiental pueden tener un impacto positivo en la reducción de la incidencia de enfermedades y en la mejora del bienestar general de la comunidad (Martínez, 2020).

3.4.2.2 Evaluar la regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas a la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica

La evaluación de la regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas es esencial para comprender su influencia en la incidencia de enfermedades y en la salud pública. La implementación adecuada de estas normativas reduce la liberación de contaminantes y agentes patógenos en el

medio ambiente, lo que, a su vez, disminuye el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua. Según la Organización Mundial de la Salud, el manejo correcto de efluentes es fundamental para prevenir brotes de enfermedades asociadas a la contaminación hídrica (WHO 2011)]

Estudios en entornos urbanos han demostrado que el cumplimiento estricto de las normativas ambientales está estrechamente vinculado con una menor incidencia de problemas de salud en la población (Sun et al., 2024). En el caso del Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, evaluar la eficacia de la regulación y su cumplimiento resulta crucial para identificar posibles deficiencias en la gestión de las aguas residuales. Esto permitirá proponer mejoras en las políticas y prácticas de control ambiental, lo que contribuirá a la protección de la salud pública y a la mejora de la calidad de vida de los habitantes (Li et al., 2024).

Hipótesis específica (3)

HE1o: La regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas NO contribuyen significativamente a la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

HE1a: La regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Tabla 28

Aplicación del Chi Cuadrado Teórico (TABLA D-7: tabla de valores críticos de Chi cuadrado (Anexo II))

	n	n-1
Preguntas	4	3
Categorías	4	3
Grados de libertad	9	
Nivel de significancia		0.95
error		0.05

9	16.919	$X^2_{Teorico}$
----------	---------------	-----------------------------------

Tabla 29

Relación de las Categorías con las preguntas para las encuestas y relación de categorías con la frecuencia esperada.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	(Categoría 1-fe) ²	(Categoría 2-fe) ²	(Categoría 3-fe) ²	(Categoría 4-fe) ²
P01	55	32	6	2	60.06	0.56	39.06	0.56
P02	54	33	7	1	45.56	0.06	27.56	3.06
P03	51	38	5	1	14.06	27.56	52.56	3.06
P04	29	28	31	7	333.06	22.56	351.56	18.06
SUM	189	131	49	11	452.75	50.75	470.75	24.75

Tamaño de muestra (encuestados)= n= **9**

Número total de observaciones= (95*4) **380**

Tabla 30

Aplicación del Chi Cuadrado experimental.

	Σ Frecuencia absoluta (fa) _i	Σ Frecuencia esperada (fe) _i	$X^2_{Exper.} - HE1$
Categoría 1	189	47.25	9.582
Categoría 2	131	32.75	1.550
Categoría 3	49	12.25	38.429
Categoría 4	11	2.75	9.000
Observaciones	380		58.560

De tal manera que,

Si $t_{Experimental} (58.560) > t_{Teórico} (16.919)$ entonces se ACEPTA H_a

HE1a: La regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

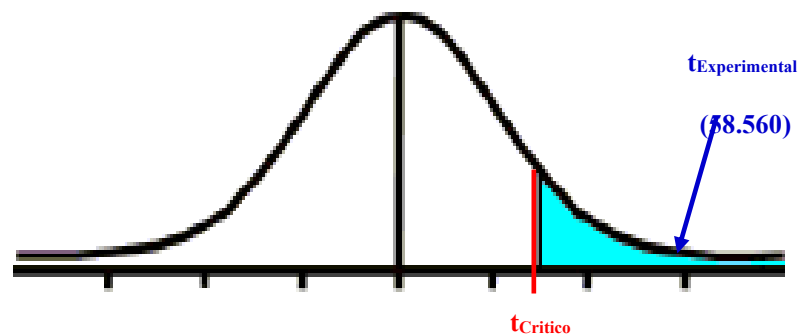


Figura 20

Distribución de Ji Cuadrado para Si FExperimental > FTeorico: Se acepta la HE1a

Se afirma, que:

La interpretación de la hipótesis específica (he1) se fundamenta en el resultado de la prueba de CHI cuadrado, en la que el valor experimental (58.560) supera ampliamente el valor teórico crítico (16.919) para 9 grados de libertad al nivel

de significancia de 0.05. Esto permite rechazar la hipótesis nula (HE10) y aceptar la hipótesis alternativa (HE1a), lo que indica que la regulación y el cumplimiento de las normativas sobre aguas residuales domésticas tienen una contribución significativa en la incidencia de enfermedades y en la salud pública en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Dicho resultado respalda la idea de que, aunque la implementación de normativas es esencial para controlar la liberación de contaminantes y agentes patógenos, en este caso, la eficacia (o la falta de ella) de la regulación y su cumplimiento pueden influir notablemente en los problemas sanitarios de la comunidad, lo que subraya la necesidad de mejorar los mecanismos de control y las políticas de gestión ambiental para proteger la salud pública.

Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que sostienen que una implementación estricta y efectiva de las normativas ambientales es clave para reducir la liberación de contaminantes y patógenos, disminuyendo así la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua (Frieden, 2010; Hunter et al., 2019; Kenneth et al., 2008; Vermi et al., 2020; WHO, 2011). Además, la evidencia respalda la idea de que las deficiencias en la regulación o en su aplicación pueden contribuir a un aumento en los problemas de salud en comunidades vulnerables, subrayando la necesidad de fortalecer los mecanismos de control y las políticas ambientales (Chathuranika et al., 2023). Por lo tanto, los resultados sugieren que mejorar la regulación y garantizar su cumplimiento no solo es esencial para proteger el medio ambiente, sino también para prevenir brotes de enfermedades y mejorar la calidad de vida de los habitantes de Pueblo Nuevo, Ica.

3.4.2.3 Evaluar el manejo de las aguas residuales domésticas en función de la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica

La evaluación del manejo adecuado de las aguas residuales domésticas en relación con la prevención y educación en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, es crucial para identificar las deficiencias en el proceso y diseñar estrategias de

concienciación y educación sanitaria que mitiguen los riesgos asociados a la contaminación. Comprender la calidad y manejo de estas aguas permite detectar puntos críticos que pueden ser abordados mediante campañas educativas, fomentando prácticas de higiene y el uso adecuado de los recursos hídricos. Esto es esencial para empoderar a la comunidad y promover comportamientos preventivos que reduzcan la incidencia de enfermedades vinculadas a la contaminación del agua.

Además, la integración de información técnica sobre las aguas residuales en programas de prevención y educación refuerza la importancia de la salud ambiental, lo que ha sido respaldado por organismos internacionales. La Organización Mundial de la Salud destaca que la promoción de la salud y la educación ambiental son fundamentales para prevenir enfermedades en comunidades vulnerables (WHO, 2011). Estudios han demostrado que las intervenciones educativas basadas en evidencia pueden mejorar significativamente las prácticas de manejo de recursos hídricos y reducir los riesgos sanitarios en entornos con infraestructura limitada (Serra, 2020). Por ello, evaluar las aguas residuales domésticas no solo aporta datos técnicos, sino que también fundamenta la implementación de estrategias preventivas y programas educativos que mejoren la calidad de vida de la comunidad.

Hipótesis específica (4)

HE3o: Las aguas residuales domésticas NO contribuyen significativamente a la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

HE3a: Las aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Tabla 31

Aplicación del Chi Cuadrado Teórico (Tabla D-7: tabla de valores críticos de Chi cuadrado (Anexo II).

	n	n-1
Preguntas	5	4
Categorías	4	3
Grados de libertad	12	

12	21.026	$X^2_{Teorico}$
-----------	---------------	-----------------------------------

Nivel de significancia	0.95
error	0.05

Tabla 32

Relación de las categorías con las preguntas para las encuestas y relación de categorías con la frecuencia esperada.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	(Categoría 1-fe) ²	(Categoría 2-fe) ²	(Categoría 3-fe) ²	(Categoría 4-fe) ²
P09	55	34	5	1	17.64	1.00	4.00	1.44
P10	52	36	5	2	1.44	1.00	4.00	0.04
P11	52	36	6	1	1.44	1.00	1.00	1.44
P12	40	34	15	6	116.64	1.00	64.00	14.44
P13	55	35	4	1	17.64	0.00	9.00	1.44
SUM	254	175	35	11	154.80	4.00	82.00	18.80

Tamaño de muestra (encuestados)= n=	95
Número total de observaciones= (95*5)	475

Tabla 33

Aplicación del Chi Cuadrado experimental para la hipótesis (3).

	Σ Frecuencia absoluta (fa) _i	Σ Frecuencia esperada (fe) _i	$\chi^2_{Exper.} - HE3$
Categoría 1	254	50.80	3.047
Categoría 2	175	35.00	0.114
Categoría 3	35	7.00	11.714
Categoría 4	11	2.20	8.545
Observaciones	475		23.421

De tal manera que,

Si $t_{Experimental} (23.421) > t_{Teórico} (21.026)$ entonces se **ACEPTA** H_a

HE3a: Las aguas residuales domésticas contribuyen significativamente a la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

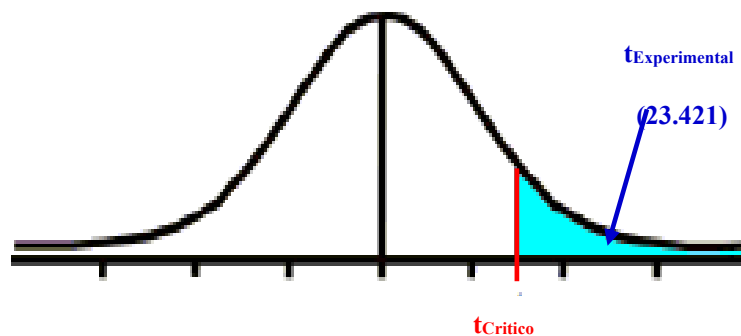


Figura 21

Distribución de Ji Cuadrado para Si $F_{Experimental} > F_{Teorico}$: Se acepta la HE3a

Se afirma, que:

La interpretación de la hipótesis específica (HE3a) indica que, dado que el valor experimental del chi-cuadrado (23.421) supera el valor crítico teórico (21.026), se rechaza la hipótesis nula y se acepta que las aguas residuales domésticas se relacionan significativamente a la prevención y educación en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica. Esto sugiere que la forma en que se gestionan y evalúan estas aguas residuales influye no solo en la calidad del agua y la salud pública, sino que

también tiene un papel crucial en fomentar la conciencia ambiental y en promover prácticas de prevención en la comunidad, lo que es fundamental para mitigar los riesgos sanitarios y mejorar la calidad de vida de sus habitantes”.

Este hallazgo respalda la importancia de integrar información técnica en programas de educación ambiental para mejorar la salud pública y reducir los riesgos sanitarios, tal como lo han señalado estudios previos (Muoio et al., 2020).

Conclusiones

Las evidencias obtenidas a partir de la evaluación y el análisis de los parámetros fisicoquímicos, combinadas con la percepción de la comunidad, confirman que el impacto ambiental de las aguas residuales domésticas en el centro poblado de Pueblo Nuevo, Ica, contribuye significativamente a la incidencia de enfermedades y afecta negativamente la salud pública. Por ello, esta conclusión refuerza la necesidad urgente de implementar intervenciones en el manejo de efluentes y de promover estrategias de educación ambiental para mitigar estos riesgos y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Además, la regulación y el cumplimiento efectivos de las normativas sobre aguas residuales son fundamentales para reducir la incidencia de enfermedades y mejorar la salud pública en Pueblo Nuevo, Ica. En este sentido, resulta esencial fortalecer los mecanismos de control y optimizar la aplicación de las políticas ambientales, lo que proteja tanto la calidad del agua como el bienestar de la comunidad.

En consecuencia, los resultados evidencian que una gestión inadecuada de las aguas residuales domésticas en este centro poblado se asocia con un aumento significativo en la incidencia y prevalencia de enfermedades, especialmente las de origen gastrointestinal y dermatológico. Esto destaca la necesidad de implementar medidas preventivas de tratamiento que permitan mejorar la infraestructura sanitaria y reforzar las políticas ambientales, con el fin de proteger la salud pública y promover un desarrollo sostenible y equitativo en la comunidad.

Finalmente, la prevención y la educación ambiental tienen un impacto significativo en la gestión de estas aguas residuales, ya que el manejo de los efluentes se relaciona estrechamente con la efectividad de las campañas educativas y la adopción de prácticas de higiene por parte de la comunidad. Por tanto, subraya la importancia de integrar medidas técnicas con programas educativos a fin de mejorar la salud pública y reducir los riesgos sanitarios asociados a la contaminación del agua.

Recomendaciones

Se recomienda que las autoridades locales y las organizaciones comunitarias fortalezcan la infraestructura de tratamiento de aguas residuales en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica, mediante la adopción de tecnologías avanzadas que aseguren la eliminación efectiva de contaminantes y patógenos, así como la implementación de un programa de monitoreo y mantenimiento periódico para garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales.

En este sentido, se sugiere que dichas autoridades refuercen el cumplimiento de las normativas ambientales a través de un monitoreo constante y la aplicación de sanciones efectivas, lo que permita detectar y corregir deficiencias en la gestión de efluentes de manera oportuna.

Asimismo, es prioritario intensificar las campañas de educación ambiental y salud pública para concienciar a la comunidad sobre los riesgos de la exposición al agua contaminada, la importancia de las prácticas de higiene, el uso adecuado de los recursos hídricos y el manejo correcto de efluentes, incluyendo la divulgación de la normativa ambiental vigente que fomente prácticas preventivas para proteger la salud de los habitantes.

Finalmente, se insta a impulsar la colaboración entre el sector público, privado y la sociedad civil con el fin de desarrollar e implementar políticas integrales que mitiguen los riesgos sanitarios y mejoren la calidad de vida en el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, Ica.

Referencias

- Afshari, A., Rezaee, R., & Shakeri, G. (2024). Foodborne pathogens and their association with well-known enteric infections and emerging non-communicable disorders. In CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources (Vol. 19, Issue 1). CABI International. <https://doi.org/10.1079/cabireviews.2024.0009>
- AhmedT., Zounemat-Kermani, M. and M. Scholz, M. (2020). "Climate change, water quality and water-related challenges: A review with focus on Pakistan," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(22), 1–22. Doi: 10.3390/ijerph17228518.
- Aguilar S., Juan de Dios y Cubas I, Napoleón (2021). Contaminación de suelos por el uso de aguas residuales. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*
- Akpor, O. B. and Muchie, M. (2011). "Environmental and public health implications of wastewater quality," *African J. Biotechnol.*, 10(13), 2379–2387. Doi: 10.5897/AJB10.1797.
- Aquino Espinoza, P. (2017). *Calidad del Agua en el Perú: Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales*. https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_97d808e0a4f3e821fb787c894890af4a
- Ardilla, M., Farias, L. and Mora, M. (2018). *Fundamentos Investigativos*. tNJA - Boyacá.
- Ascanio-Suárez, N. Y., & Rodríguez-Salazar, W. O. (2017). Comparación del manejo de aguas residuales domésticas de la ciudad de Ibagué, con las tecnologías empleadas en la ciudad de São Carlos Brasil.
- Atencio Santiago, H. (2018). "Análisis de la Calidad del Agua para consumo localidad de San Antonio De Rancas , del Distrito De Simón Boloívar. Provincia y Region de Pasco." Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Atif *et al.*, M. (2024). "Evolution of Waterborne Diseases: A case study of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan," *SAGE Open Med.*, 12, 11, doi: 10.1177/20503121241263032.

- Barreto, L. et al. (2013). Eutrofização em rios brasileiros. *Biósfera*, 9(16),. 2179.
- Bofill-Mas, S., Clemente-Casares, P., Albiñana-Giménez, N. A., De Porta, C. M. M., Gonfa, A. H. and Llop, R. G. (2005). “Effects on health of water and food contamination by emergent human viruses,” *Rev. Esp. Salud Publica*, 79 (2), 253–269, doi: 10.1590/s1135-57272005000200012.
- Cabezas Sánchez, César. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 309-316. <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2018.352.3761>
- Carmo et al., M. (2024). “Heliyon Wastewater surveillance for viral pathogens : A tool for public health,” *Heliyon*, 10, 23. Doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e33873.
- Chathuranika et al., I. M. (2023). “Assessing the water quality and status of water resources in urban and rural areas of Bhutan,” *J. Hazard. Mater. Adv.*, 12, 100377, doi: 10.1016/j.hazadv.2023.100377.
- Calixto, N., Carrillo-Soto, G., Bonilla, C., Carrillo Soto, G. y Cely Calixto, N. (2022). Fundamentos de la contaminación de aguas subterráneas. Bogotá - Ecoe Ediciones S.A.S. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/6722>
- Candela Orduz, R. D. (2016). Las microalgas y el tratamiento de aguas residuales: conceptos y aplicaciones. Una revisión bibliográfica. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12170>
- Curtis *et al.*, K. L. (2024). “Dermatologic Fungal Neglected Tropical Diseases—Part I. Epidemiology and Clinical Features,” *J. Am. Acad. Dermatol.* Doi: 10.1016/j.jaad.2024.03.056.
- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM (2010). “Aprueban Limites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales,” *Diario el Peruano*, Lima - Perú. [Online]. Available: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf
- Fragoso Arbelo, Trini, Rivas Domingo, Dency, Trujillo Toledo, María Elena, Cárdenas Bruno, Mercedes, Revilla Machado, Félix, & Milán Pavón, Rebeca. (2018). Caracterización de la infección por *Helicobacter pylori* en niños y adolescentes en un servicio ambulatorio. *Revista Cubana de Pediatría*, 90(3), 1-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000300005&lng=es&tlng=es.

- García Del Rosario, T. D. J. M. (2018). “Diagnostico Socioambiental de la Laguna de Oxidación el Indio del Distrito de Castilla, Provincia de Piura,” Universidad Alas Peruanas.
- García Miranda, F. G. y Miranda Rosales, V. (2018) Eutrofización, Una Amenaza Para El Recurso Hídrico. <https://ru.iiiec.unam.mx:80/id/eprint/4269>
- Godoy, A. A., Kummrow, F. and Pamplin, P. A. Z. (2015). “Occurrence, ecotoxicological effects and risk assessment of antihypertensive pharmaceutical residues in the aquatic environment - A review,” *Chemosphere*, 138, 281–291. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.06.024.
- Guadarrama M, Galván A. (2015). Impacto del uso de agua residual en la agricultura. Iberoamericana de Ciencias Biológicas y Agropecuarias; 123. From <https://dialnet.unirioja.es/descarga/Articulo/5076403.pdf>
- Gutiérrez Velásquez, M, Córdova Mendoza, P., García Espinoza A. J., Peña Casas, E. P., Barrios Mendoza, T. O. and Peña Casas, E. L. (2022). “Alternativa de tratamiento terciario de aguas residuales mediante humedal de flujo subsuperficial para reúso agrícola,” *Rev. Alfa*, 6(18), 503–515. Doi: 10.33996/revistaalfa.v6i18.186.
- Hernández-Sampieri, R. and Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Hung, Y. T., Aziz, H. A., Al-Khatib, I. A., Abdel Rahman, R. O. and Cora-Hernandez, M. G. R. (2021). “Water quality engineering and wastewater treatment,” *Water (Switzerland)*, 13(3), 4–8. Doi: 10.3390/w13030330.
- Hunter *et al.*, R. F. (2018). “Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: A meta-narrative evidence synthesis,” *Environ. Int.*, 130, 104923, doi: 10.1016/j.envint.2019.104923.
- INE. (2018). Instituto Nacional de Estadística e Informática - Ica,” *INEI, Ica-Perú*.
- INEI. (2020). “PERU: Population estimates and projections by department, Province and District, 2018-2020. Special Bulletin N° 26,” *Natl. Inst. Stat. Informatics*, pp. 1–110. [Online]. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf
- Iodice, P. and Senatore, A. (2015). “Environmental assessment of a wide area under surveillance with different air pollution sources,” *Eng. Lett.*, 23(3), 156–162.

- Janahi, E. M. Mustafa, S., Parkar, S. F. D., Naser, A. and Eisa, Z. M. (2020). "Detection of enteric viruses and bacterial indicators in a sewage treatment center and shallow water bay," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(18), 1–13. Doi: 10.3390/ijerph17186483.
- Jia *et al.*, Y. (2021). "Water quality modeling in sewer networks: Review and future research directions," *Water Res.*, 202, 19. Doi: 10.1016/j.watres.2021.117419.
- Kenneth, R., Greenland, S. and Lash, T. (2008). *Modern Epidemiology*, 63(39). Philadelphia-USA: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data,. Doi: 10.1136/pgmj.63.739.418-b.
- Kokkinos, P., Venieri, D. and Mantzavinos, D. (2023). "Wastewater treatment risks and challenges for public health and the environment during the Covid-19 pandemic: a review," *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, no. March, doi: 10.1002/jctb.7401.
- Lara, E. (2011). *Fundamentos de Investigación. Un enfoque por competencias Erica*, Primera Ed. Mexico
- Ledesma, C., Bonansea, M., Rodríguez, C. & Sánchez, A. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). *Revista Ciência Agronômica*, 44(3), pp.419-425.
- Li, M., Du, W., and Tang, S. (2021). "Assessing the impact of environmental regulation and environmental co-governance on pollution transfer: Micro-evidence from China," *Environ. Impact Assess. Rev.*, 86, 106467, doi: 10.1016/j.eiar.2020.106467.
- Lima Huacho, L. (2020). "Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018," Universidad Continental.
- López-R. Miguel Á., González G. Gerardo, Carlos P. Cano, Castellanos O. Olaya Pirene, E. (2024) Tratamiento para aguas contaminadas con metales pesados. Innovación y desarrollo tecnológico revista digital. Volumen 16 – Número 2 Abril – Junio 2024. https://iydt.wordpress.com/wp-content/uploads/2024/04/2_21_tratamiento-para-aguas-contaminadas-con-metales-pesados.pdf
- Martínez, R. (2020). "La importancia de la educación ambiental ante los retos actuales," *Rev. Electrónica Educ.*, 14(1), 97–111. <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419010.pdf>

- McCloskey, Aguilar, D. (2011). *Principios Vinculación Comunitaria*, (2da Ed.). NIH Publicación.
- Masachessi *et al.*, G. (2018). "Enteric Viruses in Surface Waters from Argentina: Molecular and Viable-Virus Detection," *Environ. Microbiol.*, 84(5), 12.
- Meoño, F. L., Taranco, C. G., & Olivares, Y. M. (2016). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber y hacer*, 2(2), 8-25.
- Ministerio del Ambiente. (2015). «Estudio de desempeño ambiental (2003-2013)». <http://www.minam.gob.pe/esd>
- Muoio, R., Caretti, C., Rossi, L., Santianni, D. and Lubello, C. (2020). "Water safety plans and risk assessment: A novel procedure applied to treated water turbidity and gastrointestinal diseases," *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 223(1), 281–288
Doi: 10.1016/j.ijheh.2019.07.008.
- Naciones Unidas (2017). Desafíos globales del agua. Tomado <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Naidoo, S. and Olaniran, A. O. (2014). "Treated wastewater effluent as a source of microbial pollution of surface water resources," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 11(1), 249–270. Doi: 10.3390/ijerph110100249.
- Nájar, P. D. X. L. P. (2022). Efectos de los tensoactivos en el agua residual doméstica (Doctoral dissertation, Universidad Militar Nueva Granada). <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/6e76e508-cb69-4ec6-acaa-ded910f15ab1/content>
- Narwal *et al.*, N. (2023). "Emerging micropollutants in aquatic ecosystems and nanotechnology-based removal alternatives: A review," *Chemosphere*, vol. 341, no. January, p. 28. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.139945.
- Oscar David, V. P., & García Rodríguez, R. (2025). Diagnóstico ambiental por descargas de aguas residuales en el río del cantón Jipijapa. *Revista Científica De Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 5(2), 165–173. <https://doi.org/10.62305/alcon.v5i2.494>
- Osejos Merino, M. Á., Merino Conforme, M. V., & Merino Conforme, M. C. (2018). Impacto ambiental del sistema de alcantarillado en la ciudadela «3 de mayo» de la Ciudad de Jipijapa -Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*, 21(41), 61-74.

- OPS. (2026). Las aguas residuales ofrecen pistas sobre enfermedades emergentes. Tomado <https://www.paho.org/es/historias/aguas-residuales-ofrecen-pistas-sobre-enfermedades-emergentes>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [fao, por sus siglas en inglés]. (2016). Sitio web AQUASTAT. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/indexesp.stm
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [fao, por sus siglas en inglés]. (2017). Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe. Estado, principios y necesidades. <http://www.fao.org/3/a-i7748s.pdf>
- Osorio-Rivera, M., Carrillo-Barahona, W., Negrete-Costales, J., Loo-Lalvay, X., & Riera-Guachichulca, E. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del Conocimiento*, 6(3), 228-245. doi: <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Osuolale, O. and Okoh,A(2017). “Human enteric bacteria and viruses in five wastewater treatment plants in the Eastern Cape, South Africa,” *J. Infect. Public Health*, 10(5), 541–547. Doi: 10.1016/j.jiph.2016.11.012.
- Owolabi, T. A., Mohandes, S. R. and Zayed, T. (2022). “Investigating the impact of sewer overflow on the environment: A comprehensive literature review paper,” *J. Environ. Manage.*, 301(15), Doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113810.
- Paucar, F. e Iturregui, P. (2020). «Los desafíos de la reutilización de las aguas residuales en el Perú». *South Sustainability*, 1(1), e004 DOI: 10.21142/SS-0101-2020-004
- Pérez, E. G. (2015). Evolución histórica de la Legislación Hídrica en el Perú. *Revista de Derecho Administrativo*, (15), 319-334.
- Petousi, G.; Daskalakis, M. S.; Fountoulakis, D.; Lydakis, L.; Fletcher, E. I.; Stentiford, T. and Manios, T. (2019). Effects of treated wastewater irrigation on the establishment of young grapevines. *Sci. Total Env.* 658(1):485-492. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.065>.
- Petousi, I., Daskalakis, G., Fountoulakis, M.S., Lydakis, D., Fletcher, L., Stentiford, E.I. y Manios, T. (2019). Effects of treated wastewater irrigation on the establishment of young grapevines, *Science of The Total Environment*, 658, 485-492, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.065>.

- Ramesh, A., Blanchet, K., Ensink, J. H. J. and Roberts, B. (2015). "Evidence on the Effectiveness of Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) Interventions on Health Outcomes in Humanitarian Crises: A Systematic Review," *PLoS One*, 10(9), 1–20. Doi: 10.1371/journal.pone.0124688.
- Ramírez Neira, C. P. (2025). Optimización del sistema de tratamiento de aguas Residuales mediante reactor anaerobio de flujo ascendente con filtros percoladores, en la localidad de Laberinto, Madre De Dios". [Trabajo de grado. Universidad Nacional Del Altiplano Puno-Perú].
- Rivera, M. A. O., Barahona, W. E. C., Costales, J. H. N., Lalvay, X. A. L., & Guachichullca, E. J. R. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(3), 228-245.
- Rodríguez Pimentel, R. (2017). Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Rodríguez, A., Letón, P., Rosal, R., Miriam, D. Villar, S. and Sanz, J. (2016). "Tratamiento avanzado de aguas residuales industriales," *Comunidad de Madrid*.
- Rodríguez, L., & Morales, J. (2017). Bacterial pollution in river waters and gastrointestinal diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph14050479>
- Sánchez Osorio, N. M., Navarro Pimiento, D. C., & Naranjo Soler, A. J. (2021). Pérdida de biodiversidad y vulnerabilidad humana frente a enfermedades infecciosas zoonóticas: humanos, relatos y ambiente. *Revista Colombiana de Bioética*, 16(2). <https://doi.org/10.18270/rcb.v16i2.3861>
- Serra, M. (2020). "Nociones de epidemiología en tiempos de COVID-19," *Rev. Enfermería Neonatal*, 33, 3–9. [Online]. Available: <https://www.revista.fundasamin.org.ar/nociones-de-epidemiologia-en-tiempos-de-covid-19/>
- Spiegel, S. and Stephens, L. (2009). *Estadística*, (4ta ed.) McGraw-Hill.
- Sun, Z., Zhao, L. and Wang, H. (2024). "Environmental Health Crises and Public Health Outcomes: Using China's Empirical Data to Verify the Joint Role of Environmental Regulation and Internet Development," *Sustain.*, 16(4). Doi: 10.3390/su16146156.

- SUNASS (2016). “SUNASS y GIZ Presentan Estudio Sobre la Situación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales,” 2016, *NOTA DE PRENSA N° 037-2016 Con, Lima - Perú*.
- Supo, J. (2015). *Cómo escribir una tesis: Redacción del informe final de tesis*, Primera BIOESTADISTICO EIRL
- Talabi, A. and Kayode, T. (2019) (2019). *Aguas servidas*. Departamento de Geología, Universidad Estatal de Ekiti, Ado-Ekiti, Nigeria. DOI: 10.4236/jwarp.2019.111001 PDF HTML XML 5348.
- Tilley, E., Elizabeth; Ulrich, L., Lüthi, Ch. Philippe, R., ., Schertenleib, R., Zurbrugg, Ch. (2018). , *Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. Segunda Edición Revisada*. Adaptación al español realizada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Hábitat para la Humanidad.
- UNESCO (2016). “El agua en un mundo en constante cambio. El 3er Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.
- Vaca Morán, F. M. (2019).“Análisis de la Filtración Natural de Aguas Residuales Domésticas en el Caserio de Shushunga 2018,” Universidad de Guayaquil.
- Vermi *et al.*, M. (2020). “Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ’ s public news and information,” *Sci. Total Environ.*, 745, p. 27. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7368910/pdf/main.pdf>
- Villalta Freire, R., Espinoza Solís, E., & Murillo Dávila, N. (2020). Administración del sistema de tratamiento de aguas residuales: Caso Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal de San F.
- WHO. (2011). *Guidelines for Drinking-water Quality*, Fourth Edi. Geneva, Switzerland: World Health Organization. Doi: 10.1007/978-1-4020-4410-6_184.
- Yahuara Suarez, M. (2019). “Análisis de la filtración natural de aguas residuales domésticas en el caserio de shushunga 2018,” Universidad De Lambayeque.
- Yang, N., Liu, Z., Lin, Y. and Yang, Y. (2023). “Does environmental regulation improve public health? Evidence from China’s Two Control Zones policy,” *Front. Public Heal.*, 11, doi: 10.3389/fpubh.2023.1059890

- Yang, L., Wei, J., Qi, J. and Zhang, M. (2022). “Effect of Sewage Treatment Plant Effluent on Water Quality of Zhangze Reservoir Based on EFDC Model,” *Front. Environ. Sci.*, 10, 1–16. Doi: 10.3389/fenvs.2022.874502.
- Yuan, T. and Y. Pian, Y. (2023). “Hospital wastewater as hotspots for pathogenic microorganisms spread into aquatic environment: A review,” *Front. Environ. Sci.*, 10, 1–10. Doi: 10.3389/fenvs.2022.1091734.
- Zabaya, B., Voicu, G., Madalina-Elena, S. and Cananau, S. (2023). “Determination of the total Suspended Solids Content and the amount of Waste Retained by the Screening Intallations,” *J. Eng. Stud. Res.*, 29(2), 72–77.

Semblanza de los autores

Luz Angela Yauricasa Conislla

<https://orcid.org/0009-0003-9428-4170>
angelayauricasa.98@gmail.com



Ingeniero Ambiental y Sanitario egresada de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Cuenta con experiencia como supervisora y fiscalizadora ambiental en la Municipalidad Provincial de Ica; Trainee de medio ambiente en la Empresa Minera SOTRAMI S.A.; Prevencionista de riesgos en CETEMIN y en el Grupo Vanguard Internacional; e inspectora de SST en Global Agro S.A.C.

Esmeralda del Rocío Córdova Barrios

<https://orcid.org/0000-0003-3117-0822>
cordovabesmeralda@gmail.com



Magíster en Gestión del Talento por la Universidad César Vallejo y Licenciada en Administración por la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, con especialización en Atracción y Selección del Talento por el Instituto San Ignacio de Loyola. Cuenta con experiencia en recursos humanos en empresas de consultoría y del sector energía, así como experiencia docente en la Universidad Tecnológica del Perú. Desarrollo investigación formativa en sociedad, desarrollo sostenible, políticas públicas y salud pública ambiental.

Felix Ricardo Belli Carhuayo

<https://orcid.org/0000-0002-2885-8071>

rbeli@unica.edu.pe



Docente principal D.E., nombrado de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, adscrito a la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. En RENACYT es investigador en temas ambientales, sanitarios y de salud pública.

Rene Anselmo De la torre Castro

<https://orcid.org/0000-0001-7658-6851>

rdelatorre@unica.edu.pe



Docente principal D.E. nombrado de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, adscrito a la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Como investigador RENACYT, he desarrollado investigación aplicada en temas energéticos, ambientales y sanitarios, contribuyendo al análisis de la sostenibilidad, la gestión ambiental y la protección de la salud pública mediante enfoques científicos e interdisciplinarios orientados al desarrollo sostenible.

Jenny Edith Quispe Quispe

<https://orcid.org/0009-0002-7541-901X>



Docente contratada de la Universidad Privada de Tacna y Magíster en Dirección de Empresas. He desarrollado investigación aplicada en gestión empresarial, economía y análisis socioambiental, integrando enfoques de desarrollo sostenible y responsabilidad social. Sus trabajos abordan la toma de decisiones estratégicas, la gestión organizacional y el impacto económico y social en contextos regionales, contribuyendo a la generación de conocimiento interdisciplinario orientado al desarrollo sostenible.

Leyla Luisa De la torre Poma

<https://orcid.org/0009-0000-6509-1677>

ldelatorrep@yahoo.com



Médico cirujano, especialista en Medicina Familiar y Comunitaria, Magíster en Medicina Humana por la Universidad Nacional San Luis Gonzaga y egresada del Doctorado en Medicina Humana de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Desarrolla investigación en salud pública y gestión de la calidad en salud, con manejo de herramientas informáticas. Actualmente se desempeña como jefa de Calidad del Hospital Regional de Ica, contribuyendo al fortalecimiento de los servicios de salud.

Zonia Felicitas Quispe Quispe

<https://orcid.org/0000-0001-6799-1521>
zonia.quispe@unica.edu.pe



Docente principal a tiempo completo, nombrada en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, doctora en Salud Pública y docente de la Facultad de Enfermería. Como investigadora RENACYT, he desarrollado investigación interdisciplinaria en salud pública, conservación del medio ambiente, recursos hídricos y desarrollo sostenible. Sus aportes se centran en crecimiento y desarrollo humano, salud ambiental y problemáticas sanitarias de impacto social, contribuyendo a la generación de conocimiento aplicado para la toma de decisiones en salud pública.

Marcos Ruperto Cabrera Pimentel

<https://orcid.org/0000-0001-7049-2870>
marcosya@hotmail.com



Docente médico de profesión y docente contratado de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, en la Facultad de Medicina Humana. Magíster en Medicina Humana y egresado del Doctorado en Medicina Humana por la Universidad Nacional Federico Villarreal. Especialista en Medicina Humana y Medicina Familiar y Comunitaria. Desarrollo investigación en salud pública y medicina humana, con manejo de herramientas informáticas aplicadas a la investigación y la gestión sanitaria.

ISBN: 978-9942-679-92-5



9789942679925