

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
SOCIALES**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL EFLUENTE EN EL FUNDO
BETANIA Y SU IMPACTO SOCIOAMBIENTAL, CAJAMARCA 2023**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GERENCIA SOCIAL

Presentada por:

DIANA LORENA MURGA SALDAÑA

Asesora:

Dra. YESENIA LICETH FERNÁNDEZ SILVA

Cajamarca, Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Diana Lorena Murga Saldaña
DNI: 72230951
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Sociales.
Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Gerencia Social.
2. Asesor(a): Dra. Yesenia Liceth Fernández Silva
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☐ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☒ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
Aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y su impacto socioambiental,
Cajamarca 2023
6. Fecha de evaluación: **18/08/2025**
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **18%**
9. Código Documento: **3117:484485720**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ **APROBADO** ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **28/08/2025**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*


.....
Dra. Yesenia Liceth Fernández Silva
DNI: 46379437

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
DIANA LORENA MURGA SALDAÑA
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDUC/D

ESCUELA DE POSGRADO

CAJAMARCA – PERU

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 12:10 p.m. horas, del día 24 de Julio de dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. OSCAR RUFINO CHOLÁN VALDEZ**, **DR. YONER JAIME ROMERO CUEVA**, **M. CS. WILDER ANTONIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ**, y en calidad de Asesor el **DRA. YESENIA LICETH FERNÁNDEZ SILVA**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la TESIS titulada: **"AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL EFLUENTE EN EL FUNDO BETANIA Y SU IMPACTO SOCIOAMBIENTAL, CAJAMARCA 2023"**, presentada por la bachiller en Ciencias Ambientales **DIANA LORENA MURGA SALDAÑA**.

Realizada la exposición de la TESIS y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó P.P. Aprobada con la calificación de (16) Dieciséis la mencionada TESIS; en tal virtud, la bachiller en Ciencias Ambientales, **DIANA LORENA MURGA SALDAÑA**, se encuentra apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **CIENCIAS SOCIALES**, con mención en **GERENCIA SOCIAL**.

Siendo las 1:15 p.m. horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dra. Yesenia Liceth Fernández Silva
Asesor


.....
Dr. Oscar Rufino Cholán Valdez
Jurado Evaluador


.....
Dr. Yoner Jaime Romero Cueva
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Wilder Antonio Sánchez Sánchez
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Jehová que es la esperanza que nunca muere.

A Celinda, Ulises y Zeleny.

AGRADECIMIENTO

A JEHOVÁ, Dios todopoderoso, sin el nada sería posible.

A mi asesora Dra. Yesenia Fernández Silva, su dedicación y corrección que me permitieron llegar a esta etapa.

A Daniel Pérez porque sin su ayuda no hubiera sido posible la conclusión de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización.....	1
1.1.2. Descripción del problema de investigación.....	2
1.1.3. Formulación de problema	3
1.2. Justificación del problema.....	3
1.2.1. Justificación teórica	3
1.2.2. Justificación práctica	4
1.2.3. Justificación social	4
1.3. Objetivos	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8
2.1.3. Antecedentes locales.....	10
2.2. Bases conceptuales	11
2.2.1. Aguas residuales	11
2.2.2. Calidad de aguas residuales	12
2.2.3. Impacto Socioambiental	15
2.3. Marco conceptual	19
2.3.1. Aguas residuales urbanas.....	20
2.3.2. Calidad del efluente.....	20
2.3.3. Impacto socioambiental.....	20
2.3.4. Valoración de impactos (metodología de Conesa Fernández)	21
2.4. Definición de términos básicos	21
2.4.1. Calidad de aguas residuales	21

2.4.2.	<i>Impacto socioambiental</i>	21
2.4.3.	<i>Límite máximo Permisible (LMP)</i>	22
2.4.4.	<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)</i>	22
2.4.5.	<i>Demanda Química de Oxígeno (Demanda Química de Oxígeno)</i>	22
2.4.6.	<i>Coliformes Termotolerantes (CF)</i>	22
2.4.7.	<i>Sólidos Suspendidos Totales (SST)</i>	22
CAPÍTULO III.....		23
PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS Y VARIABLES		23
2.1.	Hipótesis de la investigación.....	23
2.2.	Variables y categorías de la investigación	23
2.3.	Matriz de operacionalización de variables	23
CAPÍTULO IV.....		26
MARCO METODOLÓGICO.....		26
4.1.	Ubicación de la investigación.....	26
4.2.	Diseño de la Investigación	27
4.3.	Método de investigación	27
2.1.	Población y muestra.....	28
2.2.	Unidad de análisis.....	30
2.3.	Unidad de observación.....	30
2.4.	Técnicas e Instrumentos de recolección de información	30
2.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	32
2.6.	Equipos, materiales e insumos	40
2.7.	Matriz de consistencia metodológica.....	40
CAPÍTULO V		42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		42
5.2.	Presentación de resultados (Análisis, e interpretación de resultados).....	42
5.2.1.	<i>Características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales domésticas</i> 42	
5.2.2.	<i>Resultados de la aplicación de encuestas</i>	44
5.2.3.	<i>Resultados Matriz de Conesa</i>	58
5.3.	Discusión de resultados.....	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		72
Conclusiones		72
Recomendaciones		73
REFERENCIAS.....		74
ANEXOS		83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites máximos Permisibles de efluentes para vertidos a cuerpos de agua.....	13
Tabla 2 Matriz de Conesa (Cuantificación).....	18
Tabla 3 Calificación de la importancia del impacto.....	19
Tabla 4 Operacionalización de variables.....	24
Tabla 5 Población y muestra.....	29
Tabla 6 Técnicas e instrumentos de recolección de información	31
Tabla 7 Evaluación de claridad y coherencia de los ítems (Puntajes de los Expertos).....	33
Tabla 8 Promedio de calificaciones por ítem según criterios de claridad y coherencia.....	33
Tabla 9 Equivalencia de escala Likert para la obtención del Valor de Aiken.....	34
Tabla 10 Valor de Aiken bruto por ítem según criterios de claridad y coherencia	34
Tabla 11 Cálculo final del Valor de Aiken para cada ítem	35
Tabla 12 Resumen del Valor de Aiken por categorías del instrumento.....	35
Tabla 13 Evaluación de claridad y coherencia de los ítems del cuestionario Conesa (Puntajes de los Expertos)	36
Tabla 14 Promedio de calificaciones por ítem según claridad y coherencia (Conesa).....	36
Tabla 15 Equivalencia de escala Likert para la conversión del Valor de Aiken de Conesa ..	37
Tabla 16 Valor de Aiken bruto para ítems de la matriz Conesa según claridad y coherencia	37
Tabla 17 Cálculo final del Valor de Aiken estandarizado para ítems de la matriz Conesa ...	38
Tabla 18 Resultados globales del Valor de Aiken para la matriz Conesa.....	38
Tabla 19 Validación con el alfa de Cronbach.....	39
Tabla 20 Matriz de consistencia	41
Tabla 21 Resultados de los análisis de laboratorio, parámetros acreditados por INACAL ...	42
Tabla 22 Matriz de Conesa	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la investigación	26
Figura 2 Uso del efluente de la PTAR de Cajamarca con fines agrícolas y/o ganaderos por parte de los pobladores del fundo Betania.....	44
Figura 3 Uso del efluente de la PTAR de Cajamarca para fines domésticos o recreativos por parte de los pobladores del fundo Betania	45
Figura 4 Efectos del olor del efluente de la PTAR de Cajamarca en la salud de los pobladores del fundo Betania.....	46
Figura 5 Percepción de los pobladores del fundo Betania sobre el impacto del efluente de la PTAR de Cajamarca en la salud de la población.....	47
Figura 6 Percepción sobre la proliferación de vectores (moscas, ratas, insectos) asociados a las aguas residuales del efluente de la PTAR de Cajamarca.....	48
Figura 7 Frecuencia de enfermedades respiratorias en familias expuestas al efluente de la PTAR de Cajamarca	49
Figura 8 Frecuencia de enfermedades diarreicas agudas asociadas a la presencia de aguas residuales de la PTAR Cajamarca	50
Figura 9 Frecuencia de enfermedades cutáneas atribuidas a la exposición al efluente	51
Figura 10 Percepción de los pobladores sobre el arrojo de residuos sólidos en los alrededores del efluente de la PTAR Cajamarca	52
Figura 11 Distribución de frecuencias sobre la percepción de olores provenientes del efluente de aguas residuales de la PTAR Cajamarca	53
Figura 12 Intensidad de olores débiles provenientes del efluente de la PTAR Cajamarca.....	54
Figura 13 Percepción de olores fuertes provenientes del efluente de la PTAR Cajamarca	55
Figura 14 Percepción de olores muy fuertes del efluente de la PTAR Cajamarca.....	56
Figura 15 Percepción sobre la existencia de campañas de salud relacionadas al efluente.....	57

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue analizar las características de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y sus efectos socioambientales asociados en Cajamarca, 2023, determinando la calidad del agua residual e identificando sus impactos socioambientales. Se desarrolló una investigación básica, descriptiva, con enfoque mixto y con método hipotético - deductivo. La metodología comprendió tres componentes principales: análisis fisicoquímicos y microbiológicos (pH, DBO₅, DQO, CF, SST, aceites-grasas y temperatura), cuya calidad se comparó con el D.S. N° 003-2010-MINAM; la aplicación de un cuestionario a los 20 pobladores de la zona; y observaciones sistemáticas para identificar los impactos utilizando la Matriz de Conesa. Los resultados revelaron una calidad del agua extremadamente degradada con parámetros que superaron hasta 25.6 veces los límites normativos: pH (acidez severa), sólidos suspendidos 628.0 mg/L (4.2 veces el límite), DBO₅ 2565.0 mg/L (25.6 veces el límite), DQO 4250.0 mg/L (21.3 veces el límite), aceites-grasas 184.3 mg/L (9.2 veces el límite) y temperatura 18° (único parámetro dentro del rango permitido). Del total de 65 impactos identificados, 61 (94%) fueron negativos, clasificándose en 14 severos (alteración de la calidad del agua, emisión de gases tóxicos y afectación a la salud de la población), 13 moderados y 34 leves. La investigación concluye que el marcado incumplimiento de los parámetros normativos en las aguas residuales ha generado impactos socioambientales negativos de considerable severidad, lo que demanda la implementación urgente de soluciones técnicas y medidas correctivas para mitigar los impactos identificados en el ambiente y la población del Fundo Betania.

Palabras clave: *Aguas residuales urbanas, Calidad del agua, Impactos socioambientales.*

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the characteristics of urban wastewater effluent from the Betania estate and its associated socio-environmental effects in Cajamarca, 2023, determining the quality of the wastewater and identifying its socio-environmental impacts. A basic, descriptive research was developed with a mixed approach and a hypothetical-deductive method. The methodology included three main components: physicochemical and microbiological analyses (pH, BOD5, COD, CF, TSS, oils-fats, and temperature), whose quality was compared with D.S. No. 003-2010-MINAM; the administration of a questionnaire to the 20 residents of the area; and systematic observations to identify impacts using the Conesa Matrix. The results revealed extremely degraded water quality with parameters that exceeded the regulatory limits by up to 25.6 times: pH (severe acidity), suspended solids 628.0 mg/L (4.2 times the limit), BOD5 2565.0 mg/L (25.6 times the limit), COD 4250.0 mg/L (21.3 times the limit), oils-fats 184.3 mg/L (9.2 times the limit) and temperature 18° (the only parameter within the permitted range). Of the 65 impacts identified, 61 (94%) were negative, classified as 14 severe (alteration of water quality, emission of toxic gases and impact on the health of the population), 13 moderate and 34 mild. The investigation concludes that the marked failure to comply with regulatory parameters for wastewater has generated significant negative socio-environmental impacts, which requires the urgent implementation of technical solutions and corrective measures to mitigate the identified impacts on the environment and the population of the Betania Estate.

Keywords: *Urban wastewater, Water quality, Socio-environmental impacts.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

A nivel global, el tratamiento de aguas residuales representa un reto crítico para la salud pública y la sostenibilidad ambiental. Según la Organización Mundial de la Salud (2024), en el 2020 el 44 % de las aguas residuales domésticas se descargaron sin tratamiento seguro, lo que contribuyó a la propagación de enfermedades como el cólera, disentería y parasitosis. Además, el informe de la Organización de las Naciones Unidas (2024) reveló que cerca del 48 % del agua residual mundial se libera al ambiente sin tratamiento, resultando en 113 000 millones m³ liberados anualmente sin control.

En América Latina, la realidad no es más alentadora, casi un tercio de los ríos están afectados por contaminantes derivados de aguas residuales, lo que potencia brotes epidemiológicos y reduce la disponibilidad de recursos hídricos para consumo y agricultura, además, el vertido de nutrientes en cuerpos hídricos promueve la eutrofización, afectando gravemente la calidad del agua y la salud de los ecosistemas (Medina Herrero, 2025).

En el Perú, la infraestructura de saneamiento ha avanzado, pero con grandes brechas. Aunque 83,4 % de los hogares peruanos recoge aguas residuales, gran parte de esta agua no es tratada adecuadamente, estudios de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento reportan que solo alrededor del 70 % del agua recolectada alcanza algún nivel de tratamiento, y menos aún servicios efectivos en zonas rurales (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2021).

En la región Cajamarca, solo seis provincias —Cajabamba, Celendín, Contumazá, San Ignacio, San Marcos y Santa Cruz— cuentan con Plantas de Tratamiento de Aguas

Residuales (PTAR) (Sistema de Información Regional, 2020). No obstante, la capital regional carece de esta infraestructura, lo que ha generado un grave problema ambiental durante décadas. Según Terrel (2023), la ausencia de una PTAR operativa por más de 20 años ha provocado la descarga directa de aproximadamente 245 L/s de aguas servidas en ríos y quebradas, sin ningún tratamiento. Esta situación, como señala Díaz Villegas (2024), contamina la cuenca del río Cajamarquino y, al reincorporarse al sistema de suministro de agua, afecta zonas agrícolas clave, como Baños del Inca y Llacanora.

Dada esta convergencia entre un desafío global incontrolado, una realidad nacional disímil y una problemática local específica, el estudio sobre el impacto socioambiental de las aguas residuales en el fundo Betania se vuelve fundamental. El análisis permitirá comprender cómo el vertido inadecuado repercute en nivel socioambiental en el 2023.

1.1.2. Descripción del problema de investigación

Esta problemática nacional y regional cobra relevancia directa en el fundo Betania, zona de la periferia de Cajamarca donde las aguas residuales urbanas se descargan directamente en parcelas de cultivo o en el subsuelo, sin tratamiento. Estudios del 2018 reportan niveles promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) = 430 mg/L, Demanda Química de Oxígeno (DQO) = 920 mg/L y coliformes Termotolerantes (CF) muy elevados (1.5×10^{10} NMP/100 mL), superando notablemente los límites del reglamento de vertimientos del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, esta contaminación amenaza la salud de los pobladores, la productividad agrícola y la estabilidad de los ecosistemas locales (Alvites Rodriguez, 2018).

Estos efluentes no tratados representan un impacto directo y específico en el fundo, en las parcelas agrícolas adyacentes se ha documentado la acumulación de materia orgánica y aceites, lo que propicia desequilibrios nutricionales y disminución de la productividad, al

mismo tiempo, la alta presencia de patógenos bacterianos implica un riesgo sanitario significativo para las personas que trabajan o viven cerca del flujo de descarga.

Pese a que los vertidos presentan una contaminación técnica probada, la investigación de Alvites Rodríguez (2018) resalta también la ausencia de vigilancia institucional. Hasta la fecha no existen sistemas de monitoreo constante ni mecanismos de remediación local, lo cual perpetúa la exposición prolongada de la comunidad y los ecosistemas del fundo Betania. Sin embargo, no se cuenta con datos actualizados de 2023 que permitan evaluar el avance de esta problemática ni su evolución temporal.

1.1.3. Formulación de problema

Problema general

¿Qué características presentan las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y qué efectos socioambientales se asocian a su presencia en Cajamarca, 2023?

Problemas específicos

- ¿Cuál es la calidad de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania, Cajamarca 2023?
- ¿Cuáles son los impactos socioambientales en el fundo Betania relacionados con las aguas residuales urbanas del efluente, Cajamarca 2023?

1.2. Justificación del problema

1.2.1. Justificación teórica

La investigación se justifica teóricamente porque no existen estudios previos que evalúen específicamente los impactos socioambientales causados por las aguas residuales urbanas en el fundo Betania, Cajamarca. Aunque se ha reportado la caracterización de la descarga de efluentes en la zona (Alvites Rodríguez, 2018), no se ha determinado cómo estos

afectan la calidad del entorno ni las condiciones de vida de la población local. Este vacío impide conocer el nivel de afectación social y ambiental. Por tanto, este estudio busca generar información técnica que permita entender dicha problemática y aportar evidencia útil para la gestión ambiental y sanitaria.

1.2.2. Justificación práctica

Tiene su utilidad práctica al generar información técnica sobre la calidad de las aguas residuales vertidas en el fundo Betania y sus impactos asociados, lo que puede ser utilizado por autoridades locales, gestores ambientales y comunidades afectadas para tomar decisiones fundamentadas sobre medidas de control, mitigación y planificación territorial, la ausencia de tratamiento adecuado hace urgente una intervención basada en datos concretos que sustenten acciones de remediación.

1.2.3. Justificación social

A nivel social, la investigación busca visibilizar los efectos que el vertido de aguas residuales sin tratamiento tiene sobre las poblaciones del fundo Betania, quienes enfrentan riesgos sanitarios, degradación ambiental y limitaciones para el uso seguro del suelo y el agua. Al identificar estos impactos, el estudio contribuye a la formulación de propuestas orientadas a mejorar la calidad de vida y la justicia ambiental en comunidades vulnerables.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Analizar las características de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y los efectos socioambientales asociados en Cajamarca, 2023.

1.3.2. *Objetivo específico*

- Determinar la calidad de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania, Cajamarca 2023.
- Identificar los impactos de las aguas residuales urbanas del efluente en la salud de la población y en el ambiente del fundo Betania, Cajamarca 2023.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Moyano et al. (2021) evaluaron el impacto ambiental de aguas servidas urbanas (ASU) vertidas en zonas informales del municipio de Villavicencio, Colombia, mediante el análisis de 15 puntos de muestreo en cuerpos de agua y aguas residuales. Los resultados mostraron niveles alarmantes en turbiedad (326 NTU), color (744 UPC) y DQO bruta (600 a 1500 mg/L) en las ASU, indicando una elevada carga contaminante. En los cuerpos hídricos receptores, la DQO varió entre 368 y 429 mg/L, mientras que el oxígeno disuelto (OD) se mantuvo entre 5,7 y 7,1 mg/L, dentro de rangos aceptables. Sin embargo, en las aguas residuales el OD fue extremadamente bajo (0,9 mg/L), lo cual refleja un ambiente anóxico perjudicial para la vida acuática. El estudio evidencia que los vertimientos sin tratamiento deterioran significativamente la calidad del agua superficial, comprometiendo su uso y afectando el equilibrio ecológico.

Deb et al. (2021) evaluaron los impactos socioambientales de la contaminación urbana en el antiguo río Brahmaputra, Bangladesh, con énfasis en el vertimiento de aguas residuales no tratadas, a través de entrevistas y grupos focales, identificaron que la descarga directa al río ha deteriorado significativamente la calidad del agua, reduciendo su uso para consumo humano, riego y actividades domésticas, la contaminación ha provocado una fuerte disminución en los recursos pesqueros y ha incrementado enfermedades como diarrea e infecciones cutáneas, el 77,9 % de la población utilizaba el río hace una década; hoy, solo el 50,26 % lo hace, y no para beber. El estudio destaca que la pérdida de biodiversidad acuática

y el deterioro de la salud pública están directamente asociados con la ausencia de plantas de tratamiento y una deficiente gestión de residuos urbanos.

Chen et al. (2021) evaluaron el impacto ambiental de los efluentes vertidos por cinco plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) a gran escala en Kunming, China, mediante un enfoque híbrido difuso. El estudio analizó procesos secundarios y terciarios considerando emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), potencial eutrofizante, riesgos ecológicos por compuestos disruptores endocrinos (EDC) y presencia de metales pesados en lodos. Se encontró que el tratamiento biológico fue el principal emisor de GEI (>68 %), mientras que el tratamiento terciario generó un 64 % de emisiones asociadas al alto consumo eléctrico. Aunque los EDC fueron parcialmente eliminados, persistieron riesgos ecológicos en el efluente tratado. Asimismo, se detectaron concentraciones elevadas de mercurio en los lodos. El estudio concluye que incluso con tratamiento, los efluentes pueden seguir representando riesgos ambientales significativos, lo que evidencia la necesidad de mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las PTAR.

Beltrán y Rodríguez (2020) evaluaron el impacto del vertimiento de aguas residuales sin tratamiento del casco urbano del municipio de Gachetá sobre el río Guavio (Colombia), el estudio analizó parámetros físicoquímicos como DQO, DBO₅, SST, potencial de hidrógeno (pH), conductividad, oxígeno disuelto y grasas-aceites, los resultados mostraron que el vertimiento superaba ampliamente los límites permisibles: hasta 549 mg/L de DQO, 222 mg/L de DBO₅, 174 mg/L de SST y 88 mg/L de grasas y aceites, si bien el caudal del río mitigaba en parte el impacto inmediato, los escenarios prospectivos sin tratamiento mostraron aumentos críticos en la concentración de contaminantes, con proyecciones de hasta 36,2 mg/L en DQO y 15,45 mg/L en DBO₅ hacia 2045, el estudio concluye que, en ausencia de tratamiento, el vertimiento puede deteriorar significativamente la calidad del cuerpo hídrico

receptor, sobre todo en época de estiaje, lo cual representa un riesgo para el equilibrio ecológico del río.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Corro & Ruiz (2024) evaluaron el impacto de la descarga final de aguas residuales domésticas sobre el cuerpo receptor del río Grande, en la provincia de Huamachuco, concluyendo que estas vertientes alteran significativamente la calidad del recurso hídrico y generan impactos ambientales adversos. Se detectaron valores elevados de DBO (hasta 7,9 mg/L), DQO (hasta 20 mg/L), turbidez (hasta 210 NTU), y concentraciones críticas de coliformes totales (hasta 1350 NMP/100 mL) y *Escherichia coli* (hasta 56 NMP/100 mL), lo que indica una alteración microbiológica y fisicoquímica del agua. Además, se identificaron impactos ambientales sobre el sistema físico (afectación crítica del recurso agua), el sistema biótico (afectación de fauna) y el sistema socioeconómico (impacto sobre la actividad agrícola), evidenciando una modificación sustancial de los componentes naturales del ecosistema acuático receptor.

Córdova & Peña (2023) evaluaron las condiciones de calidad del agua en el río Huallaga ante el vertimiento de aguas residuales domésticas por parte de la población del distrito de Huariaca, en la región Pasco. A través de análisis fisicoquímicos en cinco puntos de muestreo, se obtuvo una media de pH de 8,47, oxígeno disuelto de 5,3 %, conductividad eléctrica de 239,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos de 120 ppm y salinidad de 0,114 PSU. Si bien los parámetros de pH y oxígeno disuelto se encontraron dentro del estándar normativo, la conductividad eléctrica y otros indicadores reflejan la presencia de contaminantes, lo que evidencia un impacto ambiental negativo sobre el cuerpo receptor. Esta afectación puede comprometer la calidad del recurso hídrico y su disponibilidad para actividades productivas y el equilibrio del ecosistema acuático.

Niquén et al. (2021) evaluaron el impacto ambiental de las aguas residuales urbanas vertidas al río Tumbes, Perú, mediante el análisis de nueve muestras superficiales tomadas en tres puntos estratégicos (antes, en y después del vertimiento). Se evidenció un deterioro en la calidad del agua del río debido a concentraciones elevadas de aceites y grasas, DBO, DQO, sólidos suspendidos totales y altas cargas microbiológicas (coliformes fecales, termotolerantes y E. coli). El estudio concluyó que el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento genera impactos negativos significativos en el cuerpo receptor, proponiendo como alternativa de mitigación el uso de equipos Tricanter y sistemas de desinfección con ozono o rayos UV para reducir los contaminantes por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM.

Quispe Quispe (2021) desarrolló el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental generado por el proceso de teñido de madejas de lana en la empresa Multiservicios Astolingón SAC. La empresa vertía mensualmente 842,4 m³ de aguas residuales al alcantarillado sin tratamiento previo, lo que generaba un impacto ambiental negativo valorado en 149 puntos según la matriz de Leopold. Tras evaluar diversas alternativas mediante una matriz de enfrentamiento, se diseñó un sistema basado en homogenización, electrocoagulación y electrooxidación. Este tratamiento logró una eficiencia de más del 96,8% y permitió la reutilización de 3,73 m³/h de agua. Con la implementación del sistema, el impacto ambiental se redujo en 21 puntos según una nueva matriz de Leopold, evidenciando una mejora sustancial en la gestión ambiental. Además, el proyecto fue considerado económicamente viable, al presentar una tasa interna de retorno (TIR) superior al 19% y una relación de costo – beneficio (B/C) de 1,34.

2.1.3. Antecedentes locales

Lucich Larrauri (2024) realizó un estudio centrado en la cuantificación de los beneficios económicos generados a partir del tratamiento de las aguas residuales en las ciudades de Cajamarca y Cusco, con el objetivo de evidenciar la importancia social y económica de la ejecución de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). La investigación se enfocó particularmente en los beneficios derivados de la reducción en la exposición de la población a cuerpos hídricos contaminados, lo cual está directamente relacionado con una disminución en la prevalencia de enfermedades como la anemia, la desnutrición crónica, las enfermedades diarreicas y las infecciones respiratorias agudas. Los resultados mostraron que los beneficios económicos estimados permitirían cubrir gran parte, e incluso la totalidad, de los costos requeridos para la construcción, operación y mantenimiento de las plantas PTAR promovidas por ProInversión. Este estudio constituye un antecedente relevante en el contexto de Cajamarca, al vincular el tratamiento de aguas residuales no solo con la mejora de la calidad ambiental, sino también con impactos positivos en la salud pública y el desarrollo económico local.

Díaz Díaz (2019) llevó a cabo una caracterización y evaluación del impacto ambiental ocasionado por las descargas de aguas residuales en el río San Lucas, en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca. Se identificaron 543 puntos de vertimiento, de los cuales el 87,11% correspondían a aguas residuales domésticas, el 12,15% a fuentes municipales, y apenas el 0,74% a fuentes industriales. Se estimó un caudal de descarga máximo de 101,82 l/s, detectado después del colector de la planta de tratamiento de aguas residuales. Las evaluaciones químicas y microbiológicas revelaron altos niveles de contaminación, especialmente en los puntos M-3 y M-6, donde el Índice de Calidad del Agua (ICA) fue de 42, lo que se clasifica como “mala calidad”. Esta calificación indica que el agua en esos tramos no es apta para el riego de vegetales ni para el consumo de animales, debido a que

está continuamente amenazada o deteriorada. El estudio concluye que las aguas residuales no tratadas están generando un impacto ambiental negativo significativo, afectando directamente la calidad del recurso hídrico y restringiendo sus posibles usos sin un tratamiento previo

Alvites Rodríguez (2018) desarrolló una caracterización de las aguas residuales de la ciudad de Cajamarca en la zona del fundo Betania, con el objetivo de proponer un tratamiento adecuado, sostenible y de bajo costo. Se determinó que el área de influencia estudiada representa el 60% del total cubierto por el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Cajamarca (SEDACAJ), los análisis realizados revelaron una elevada carga contaminante: DBO5 de 430,63 mg/l, DQO de 920,11 mg/l, sólidos suspendidos totales de 430,63 mg/l, aceites y grasas de 97,86 mg/l y coliformes termotolerantes en niveles de $1,54E+10$ NMP/100ml, lo que evidencia un serio impacto ambiental sobre el entorno receptor, estos parámetros exceden los límites permisibles, contribuyendo significativamente a la degradación de la calidad del agua en el área, como alternativa de mitigación, se propuso un sistema de tratamiento basado en lagunas con filtro de macrófitas, diseñado para una proyección de 20 años y una población de más de 230 mil habitantes, con un caudal de 550 l/s, este sistema permitiría reducir significativamente la carga contaminante y, por ende, el impacto ambiental asociado.

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Aguas residuales

El Informe Nacional de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos indica que la mayoría de las actividades humanas que utilizan agua generan aguas residuales. A medida que crece la demanda global del agua, el volumen de aguas residuales generadas y su nivel de contaminación se encuentran en constante aumento en todo el mundo, en la mayor parte de los países se vierte directamente al medio ambiente sin un tratamiento

adecuado. Esto tiene repercusiones negativas en la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos de agua dulce ambiental y los ecosistemas. Sus efectos inmediatos, entre ellos el deterioro de los ecosistemas acuáticos y las enfermedades transmitidas tienen repercusiones a largo plazo en el bienestar de las comunidades y los medios de subsistencia de las personas (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2023).

Los efluentes residuales corresponden a las descargas líquidas generadas por actividades domésticas, industriales, agrícolas y pecuarias, las cuales son recolectadas a través de sistemas de alcantarillado o vertidas directamente al medio ambiente, y están conformadas por una mezcla de aguas usadas que incluyen excretas humanas como heces y orina, además de otros compuestos orgánicos e inorgánicos asociados al tipo de actividad que les dio origen (Osorio et al., 2021).

El vertimiento de aguas residuales sin tratamiento genera la alteración de los cuerpos receptores, reduciendo la calidad tanto de las fuentes superficiales como subterráneas, lo que representa un riesgo directo para la salud pública y compromete el equilibrio funcional de los ecosistemas acuáticos, ya que estos efluentes transportan altas concentraciones de contaminantes como nitrógeno, fósforo, compuestos orgánicos, materia orgánica biodegradable, bacterias coliformes fecales, entre otros elementos que afectan los procesos naturales de autodepuración del agua (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014).

2.2.2. Calidad de aguas residuales

La calidad del agua representa un valor ecológico fundamental tanto para la protección de la salud humana como para el desarrollo económico sostenible, y en el caso de las aguas residuales, su caracterización se lleva a cabo mediante parámetros físicos, químicos

y biológicos que actúan como indicadores clave, ya que a través de sus concentraciones numéricas es posible determinar el nivel de contaminación presente en una muestra y, por tanto, orientar las decisiones relacionadas con su tratamiento y disposición final (Villena Chávez, 2018).

De acuerdo con el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM (2010), los límites máximos permisibles (LMP) establecen la concentración o el nivel de presencia de determinados elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que definen las características de una emisión, y cuyo exceso puede generar impactos negativos sobre la salud humana, el bienestar colectivo o el equilibrio ambiental, por lo que su cumplimiento constituye una obligación legalmente exigible por parte del Ministerio del Ambiente (MINAM) en el marco de la normativa nacional.

Tabla 1

Límites máximos Permisibles de efluentes para vertidos a cuerpos de agua

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100Ml	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	C°	<35

Nota. MINAM (Ministerio del Ambiente). (2022). Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Temperatura. parámetro físico fundamental que influye directamente en la capacidad del agua para disolver y transportar oxígeno, ya que a menores temperaturas el contenido de oxígeno disuelto es mayor, lo cual resulta esencial para la supervivencia de los organismos

acuáticos, además, la temperatura regula procesos como la fotosíntesis en plantas y algas, y determina el grado de sensibilidad de los seres vivos frente a la presencia de sustancias tóxicas en el medio acuático (Universidad Complutense de Madrid, 2022).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Representa la cantidad de oxígeno que los microorganismos requieren para degradar biológicamente la materia orgánica fácilmente biodegradable presente en el agua residual durante un periodo de cinco días a una temperatura controlada de 20 °C, y su valor permite estimar la carga orgánica del efluente, además, la relación entre la demanda química de oxígeno y la DBO₅ sirve como indicador del grado de biodegradabilidad del agua residual, siendo clave para determinar la eficiencia potencial de los tratamientos biológicos (Raffo & Ruiz, 2014).

Potencial de hidrógeno (pH). Parámetro que indica el nivel de acidez o alcalinidad del agua residual, expresado en una escala que varía de 0 a 14, donde un valor de 7 representa una condición neutra, mientras que valores por debajo indican acidez y aquellos por encima señalan alcalinidad, siendo este parámetro esencial para evaluar la estabilidad química del efluente y su influencia sobre los procesos biológicos y la toxicidad del medio acuático (Universidad Complutense de Madrid, 2022).

Demanda química de oxígeno (DQO). Representa la cantidad de oxígeno requerida para oxidar químicamente la materia orgánica presente en una muestra de agua residual, y constituye un método indirecto para estimar la concentración total de compuestos orgánicos, tanto biodegradables como no biodegradables, permitiendo así evaluar la carga contaminante global del efluente y complementar el análisis junto con otros indicadores de calidad del agua (Mayhua & Quiroz, 2024).

Aceites y grasas. Mezcla de compuestos lipídicos de origen animal, vegetal o mineral que son arrastrados hacia los sistemas de alcantarillado o directamente a cuerpos de agua como resultado de actividades domésticas, industriales (Montalvo Santiago, 2013).

Sólidos totales en suspensión (SST). Partículas sólidas presentes en el agua que no se disuelven y pueden ser retenidas mediante filtración, afectando la calidad del agua y su tratamiento (Bajpai, 2018).

Los coliformes termotolerantes (CF). Corresponden a un grupo reducido de microorganismos capaces de sobrevivir a temperaturas de hasta 45 °C y se utilizan como indicadores microbiológicos de calidad del agua debido a su origen fecal, siendo *Escherichia coli* la especie predominante en este grupo, aunque también pueden encontrarse en menor frecuencia otros microorganismos como *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*, cuya presencia refleja posibles riesgos sanitarios asociados a la contaminación de origen biológico (Larrea et al., 2013).

2.2.3. Impacto Socioambiental

El impacto social se define como el cambio significativo, sostenible y medible positivo o negativo, previsto o no generado en las condiciones de vida, estructuras sociales, prácticas o bienestar de una comunidad como resultado directo o indirecto de la implementación de un proyecto, intervención o política, observándose en el mediano o largo plazo y pudiendo extenderse más allá de la población objetivo (Liberta Bonilla, 2007).

Vanclay (2015) define un impacto social como algo que se experimenta o se siente, en el sentido perceptual (cognitivo) o corporal (físico) a todos los niveles, por ejemplo, a nivel de la persona como individuo, de unidad económica (familia), de grupo social (círculo de amigos) de lugar de trabajo (una empresa o entidad de gobierno), o más generalmente de comunidad/sociedad. Estos diferentes niveles se ven afectados de diversas maneras por un

impacto o por una acción que causa impacto. Es decir que los impactos sociales abarcan que pueda modificar directa o indirectamente la vida de las personas.

El impacto ambiental se entiende como la modificación que sufre el entorno natural debido a la ejecución de un proyecto o actividad en una zona determinada, ya sea de forma directa o indirecta, y representa la alteración de los componentes físicos, bióticos o socioambientales como consecuencia de acciones antrópicas o fenómenos naturales, siendo así que toda intervención susceptible de generar efectos sobre el ambiente, en cualquiera de sus fases, debe ser evaluada obligatoriamente dentro del marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a fin de prever, mitigar o compensar los posibles daños sobre los recursos y la calidad ambiental (Vera & Caicedo, s.f.).

Se define impacto ambiental como la “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo, el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento (Gobierno de México, 2023).

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Técnicamente, es la alteración de la línea de base (medio ambiente), debido a la acción antrópica o a eventos naturales. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social (Gutiérrez & Sanchez, 2009).

Los impactos generados por actividades relacionadas con la gestión de aguas residuales deben analizarse desde una perspectiva integral que contemple tanto factores sociales como ambientales, los primeros incluyen dimensiones como la población, la salud y

el empleo, permitiendo identificar cómo una intervención influye en la estructura social al mejorar las condiciones sanitarias mediante la reducción de enfermedades de origen hídrico y generar oportunidades laborales en las etapas de instalación y operación de los sistemas de tratamiento. En cuanto a los factores ambientales, estos abarcan la calidad del agua, el manejo de residuos sólidos generados y la reducción de la contaminación olfativa asociada a la descomposición de materia orgánica; elementos que permiten evaluar el grado de sostenibilidad y la capacidad del proyecto para mitigar sus efectos negativos sobre el entorno natural y social (Ocaña Lescano, 2016).

Valoración de los impactos socioambientales

Para la valoración de impactos ambientales se utiliza el enfoque propuesto por Conesa Fernández (1993), el cual permite evaluar de manera estructurada y técnica los efectos que una acción o proyecto puede generar sobre el medio ambiente. Esta valorización se basa en una serie de criterios multidimensionales que permiten identificar la magnitud, duración, localización y características del impacto, tanto en términos cuantitativos como cualitativos.

Los principales criterios considerados son:

- Naturaleza (N): Determina si el impacto es positivo (+) o negativo (–), según los efectos que la acción produce sobre el entorno.
- Intensidad (I): Indica el grado de afectación que tiene la acción sobre un factor ambiental. Se valora en una escala del 1 al 12, desde leve hasta muy severa.
- Extensión (Ex): Se refiere al área geográfica comprometida por el impacto, pudiendo clasificarse como puntual, parcial, total, extenso o crítico.
- Momento (Mo): Identifica el tiempo que tarda en manifestarse el efecto.
- Persistencia (Pe): Indica la duración del impacto.

- Reversibilidad (Rv): Evalúa la capacidad del entorno de recuperarse de manera natural una vez cesada la acción que genera el impacto.
- Sinergia (Si): Considera si el impacto se intensifica al interactuar con otros efectos, clasificándose como sin sinergia, sinérgico o muy sinérgico.
- Acumulación (Ac): Analiza si el efecto se produce una sola vez o se incrementa progresivamente con el tiempo, diferenciando impactos simples o acumulativos.
- Efecto (Ef): Describe la relación causa-efecto, siendo directo si se presenta de forma inmediata, o indirecto si ocurre a través de procesos intermedios.
- Recuperabilidad (Mc): Mide la posibilidad de restaurar el daño ambiental a través de medios humanos.

Tabla 2

Matriz de Conesa (Cuantificación)

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Local	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Corto plazo	3
Total	8	Inmediato	4
Crítica	(+4)	Crítico	(+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4

Muy sinérgico	4		
EFFECTO (EF) (Relación causa – efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o periódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = +/- (3I + 2EX + MO + PE' + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Nota. Conesa Fernández (2023). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental

Tabla 3

Calificación de la importancia del impacto

Nomenclatura	Valor	Descripción
Crítico	$I > -75$	Con este impacto se produciría una pérdida permanente de la calidad de las condiciones del ambiente.
Severa	$75 \leq I \leq 50$	Se exige medidas correctivas o protectores.
Moderado	$50 \leq I \leq 25$	No se precisa prácticas correctivas o protectoras intensivas.
Irrelevante	$I < 25$	No se produce afecciones considerables
Positivo	>1	El efecto que se genera es benéfico.

Nota. Conesa Fernández (2023). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.

2.3. Marco conceptual

El marco conceptual establece las bases teóricas que sustentan la investigación sobre la descarga de aguas residuales urbanas en el fundo Betania, Cajamarca, y su correspondiente impacto socioambiental. Permite comprender las categorías fundamentales del estudio, su interrelación y aplicación al caso analizado.

2.3.1. Aguas residuales urbanas

Comprenden los efluentes generados por actividades domésticas, comerciales e institucionales en zonas urbanizadas. Están compuestas principalmente por excretas humanas, restos de alimentos, detergentes, grasas, y otros compuestos orgánicos e inorgánicos (Osorio et al., 2021). Cuando estas aguas no reciben tratamiento adecuado, se convierten en una fuente importante de contaminación para los cuerpos receptores, afectando su capacidad de autodepuración y generando riesgos sanitarios y ambientales.

En el fundo Betania, se observa la descarga directa de aguas residuales provenientes del área urbana, sin tratamiento previo, lo cual motiva el análisis del impacto que esta situación genera en el entorno inmediato.

2.3.2. Calidad del efluente

La calidad del efluente urbano es evaluada mediante parámetros físico-químicos y microbiológicos establecidos por el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM (Ministerio del Ambiente, 2022). Los indicadores clave incluyen la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), coliformes Termotolerantes (CF), potencial de hidrógeno (pH), sólidos suspendidos totales (SST), aceites-grasas y temperatura.

Estos parámetros permiten medir el nivel de contaminación del agua y verificar si los vertimientos cumplen con los límites máximos permisibles. La identificación de estos valores en el caso del fundo Betania es fundamental para entender la magnitud del problema ambiental.

2.3.3. Impacto socioambiental

El impacto socioambiental se refiere a las consecuencias que una acción o situación genera sobre el medio natural y las condiciones sociales de una comunidad. Según Vanclay (2015), un impacto social puede ser directo o indirecto, afectando la salud, el bienestar, las actividades económicas o la cohesión social. Desde el punto de vista ambiental, se considera

toda alteración de los componentes físicos, bióticos y estéticos del ecosistema (Vera & Caicedo, s.f.).

En el caso del fundo Betania, se analizan los efectos negativos que el vertimiento de aguas residuales urbanas tiene sobre el entorno: deterioro de la calidad del agua superficial, presencia de olores, proliferación de vectores, y riesgos para la salud de la población cercana.

2.3.4. Valoración de impactos (metodología de Conesa Fernández)

Para valorar los efectos generados por el vertimiento de aguas residuales, se utiliza la metodología de Conesa Fernández (1993), que propone una evaluación estructurada mediante la ponderación de diez criterios: naturaleza, intensidad, extensión, momento de aparición, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto y recuperabilidad. Esta metodología permite asignar un puntaje a cada impacto, clasificándolo como: Crítico, Severo, Moderado, Irrelevante y Positivo

La aplicación de esta metodología al caso de Betania facilita una interpretación objetiva del nivel de afectación ambiental y social, y orienta la formulación de estrategias correctivas, preventivas o de mitigación.

2.4. Definición de términos básicos

2.4.1. Calidad de aguas residuales

Indicadores físicos, químicos y biológicos que miden el nivel de contaminación en aguas residuales, incluyendo parámetros como aceites, coliformes termotolerantes, DBO, DQO, pH, sólidos suspendidos y temperatura.

2.4.2. Impacto socioambiental

Cambio significativo generado en las condiciones sociales y ambientales de una comunidad como consecuencia de una actividad humana. Abarca tanto efectos positivos

como negativos, e incluye alteraciones en la salud pública, el bienestar social, la estructura económica, así como en la calidad del agua, el aire y los ecosistemas.

2.4.3. Límite máximo Permisible (LMP)

Es el nivel de concentración o la cantidad de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en una emisión, cuya superación puede generar impactos negativos en la salud, el bienestar de las personas y el medio ambiente (Ministerio del Ambiente, 2022).

2.4.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno que usan los microorganismos – bacterias aeróbicas o anaeróbicas para degradar sustancias orgánicas contenidas en la muestra y se utiliza para medir el grado de contaminación (De la Cruz Capani, 2023).

2.4.5. Demanda Química de Oxígeno (Demanda Química de Oxígeno)

Mide el oxígeno equivalente necesario para oxidar químicamente compuestos orgánicos e inorgánicos en agua. Es un indicador rápido de contaminantes oxidables (Ministerio del ambiente, 2022).

2.4.6. Coliformes Termotolerantes (CF)

Microorganismos indicadores de contaminación fecal (de origen humano o animal), como *Escherichia coli* —el más representativo por su presencia en la microbiota intestinal pueden sobrevivir incluso a temperaturas de hasta 45 °C (Ponte Huaman & Salazar Prado, 2022).

2.4.7. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Son partículas en suspensión, sedimentables y coloidales que no atraviesan filtros de fibra de vidrio, su presencia indica turbidez y afecta el color del agua, reducen la luz disponible, perjudicando la vida acuática y pueden transportar sustancias tóxicas (Estada Abanto & Macahuachi Rojas, 2023).

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

Las aguas residuales del efluente en el fundo Betania presentan características que generan impactos socioambientales negativos en Cajamarca, 2023.

Hipótesis específicas

- La calidad de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos por la normativa vigente.
- Existen problemas socioambientales en el fundo Betania relacionados con las aguas residuales urbanas del efluente, tales como afectaciones a la salud, al medio ambiente y a la calidad de vida de los habitantes.

2.2. Variables y categorías de la investigación

Variable 1: aguas residuales

Dimensión: Calidad, grado de contaminación y monitoreo del efluente.

Variable 2: Impactos socioambientales

Dimensiones: social y ambiental

2.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 4*Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Items	Técnicas	Instrumentos de recolección de datos	Metodología
Aguas residuales	Son aguas usadas en hogares y comercios que contienen desechos orgánicos (heces, orina), químicos (detergentes) y bacterias. Al verterse sin tratamiento, contaminan el ambiente y representan riesgos para la salud. Requieren sistemas adecuados de depuración (Carrillo-Barahona et al., 2021)	Parámetros indicadores de la calidad, que pueden ser físicos, químicos y biológicos. Estos parámetros permiten conocer el grado de contaminación existente en una muestra de agua residual mediante valores numéricos de concentración. Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM.	Calidad Grado de contaminación Monitoreo de efluente	- Nivel de aceites y grasas - Nivel de Coliformes Termotolerantes - Nivel de Demanda Bioquímica de Oxígeno - Nivel de Demanda Química de Oxígeno - Nivel de pH - Nivel de Sólidos Suspendidos - Nivel de temperatura	- Nivel de aceites y grasas (mg/L) - Número de coliformes termotolerantes (NMP/100ml) - Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (mg/L) - Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L) - Unidades de pH - Sólidos suspendidos totales (mg/L) - Temperatura del efluente (°C)	Ficha de análisis de laboratorio	Análisis de laboratorio	Se realizó una evaluación a nivel de laboratorio, para establecer si la calidad del agua del efluente cumple los Límites Máximos Permisibles establecidos por el D.S. 003-2010- MINAM. Para luego evaluar el impacto socioambiental en los pobladores del fundo Betania.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación de la investigación

Se llevó a cabo en el efluente de la ex planta de tratamiento de aguas Residuales de Cajamarca ubicado al norte de la ciudad.

Con las coordenadas geográficas:

Este: 777191.00m

Norte: 9207603.00m

Figura 1

Ubicación de la investigación



Nota. Fundo Betania (Google Earth, 2023).

4.2. Diseño de la Investigación

Por su finalidad: Básica, ya que busca generar conocimiento fundamental sobre los impactos socioambientales de las aguas residuales en el fundo Betania (2023). Según Castro Maldonado et al. (2022), este enfoque se centra en la descripción, explicación y predicción teórica de fenómenos observables mediante estudios experimentales o teóricos, sin buscar aplicaciones prácticas inmediatas, sino sentar bases para futuros desarrollos.

Por su grado de profundidad: Descriptiva, ya que identifica los impactos socioambientales generados por las aguas residuales urbanas en el Fundo Betania mediante la recopilación sistemática de datos fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, temperatura, pH y CF), encuestas de percepción a pobladores y observación directa del entorno, sin establecer relaciones causales. Como señala Hernández-Sampieri et al. (2014), los estudios descriptivos se limitan a medir o documentar fenómenos en su contexto natural, lo que se alinea con los objetivos planteados.

Por su enfoque: Mixto, al integrar técnicas cuantitativas (análisis físico-químicos de laboratorio del agua) y cualitativas (entrevistas y observación a pobladores locales). Como señala Hamui-Sutton (2013), este abordaje permite triangular datos para lograr una comprensión holística del fenómeno socioambiental estudiado.

4.3. Método de investigación

La investigación se orientó bajo el método hipotético-deductivo, el cual fue pertinente para contrastar empíricamente las hipótesis formuladas a través del análisis sistemático de datos. Según González Andrade (2023), este método parte de suposiciones teóricas que deben ser verificadas o refutadas con base en la observación y la evidencia empírica. En esa misma línea, Hernández et al. (2014) explican que el método hipotético-deductivo implica una secuencia lógica que inicia con la formulación de hipótesis, la deducción de consecuencias

observables, la recolección de información y, finalmente, la verificación o rechazo de las hipótesis planteadas.

En ese marco, el estudio buscó validar la hipótesis general y las hipótesis específicas relacionadas con la calidad de las aguas residuales del efluente en el fundo Betania y su impacto socioambiental. Para ello, se procedió a recolectar datos mediante análisis de laboratorio de muestras de agua tomadas en puntos estratégicos del efluente, evaluando parámetros establecidos en la normativa nacional, como pH, DBO, DQO, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos, temperatura, de acuerdo con el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM.

De manera complementaria, se aplicó un cuestionario a los pobladores y trabajadores del entorno, con el fin de identificar afectaciones vinculadas a la salud, al medio ambiente y a la calidad de vida. Posteriormente, se realizó la elaboración de la Matriz de CONESA a través de la observación sistemática en situ. Finalmente, el análisis descriptivo e interpretativo de los resultados, lo que permitió establecer relaciones entre las características del agua residual y los impactos observados. La evidencia empírica obtenida permitió, comprobar si las hipótesis fueron respaldadas por los datos recolectados, lo cual fue fundamental para responder a la pregunta general de investigación y alcanzar el objetivo propuesto. El uso de este método facilitó no solo la descripción del fenómeno, sino también la explicación de las relaciones entre las variables involucradas, lo que reforzó la validez de los resultados obtenidos.

2.1. Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por dos componentes diferenciados: por un lado, el cuerpo de agua residual correspondiente al efluente del fundo Betania; y por otro, los 20 pobladores que habitan en dicho entorno. En el caso de la variable "calidad del agua

residual", la población correspondió al total del efluente proveniente del fundo Betania, que constituye el cuerpo de agua sujeto a análisis.

La muestra de agua para análisis de laboratorio fue determinada en función de los requerimientos técnicos del procedimiento analítico. Se recogieron 5 litros de agua residual del efluente, cantidad suficiente y necesaria según los protocolos establecidos para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos pertinentes. Esta muestra fue tomada en un punto estratégico del efluente y enviada al laboratorio acreditado para su evaluación conforme a los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM.

En cuanto a la variable impacto socioambiental, la población estuvo conformada por los 20 pobladores del fundo Betania (mayores de edad), quienes habitan en la zona cercana al efluente. Dado que se trató de una población pequeña y accesible, se optó por la muestra censal, es decir, se consideró a la totalidad de la población sin recurrir a técnicas de muestreo probabilístico. Esta estrategia fue adecuada, ya que permitió recoger información directa de todos los actores sociales involucrados, lo que fortaleció la validez de los datos obtenidos

Tabla 5

Población y muestra

	Población	Muestra
Calidad del agua residual	Efluente fundo Betania	5 litros del efluente fundo Betania
Impacto socioambiental	Pobladores del fundo Betania (20 pobladores)	Análisis censal población total (20 pobladores)

Nota. Se recolectaron 5 litros de agua del efluente para análisis de laboratorio. Para el impacto socioambiental se aplicó un censo a los 20 pobladores del fundo Betania.

2.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis para la variable calidad del agua residual fue el efluente de las aguas residuales en el fundo Betania; para la variable impactos socioambientales la unidad de análisis fueron los 20 pobladores del fundo Betania.

2.3. Unidad de observación

Las unidades de observación fueron, la muestra de agua recolectadas del efluente del fundo Betania (analizadas en laboratorio para determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos) y los 20 pobladores censados (cuyas respuestas en cuestionarios y la observación directa de sus condiciones proporcionan datos sobre el impacto socioambiental).

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de información

Para la variable calidad del agua residual, se utilizó como técnica el análisis de laboratorio, el cual permite determinar la presencia y concentración de diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Como instrumento, se empleó una ficha de análisis de laboratorio, en la que se registraron los resultados de los indicadores establecidos por el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM, tales como pH, DBO, DQO, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos y temperatura.

Para la variable impacto socioambiental, se empleó como técnica la encuesta, por ser adecuada para recolectar información directa de los pobladores sobre sus percepciones, experiencias y condiciones relacionadas con la exposición al efluente de la PTAR. El instrumento utilizado fue un cuestionario de 14 preguntas cerradas, que abordó aspectos relacionados con el uso del agua residual, la percepción de olores, la presencia de vectores, y la frecuencia de enfermedades respiratorias, diarreicas y cutáneas, así como la existencia de campañas de salud. Además, se empleó la observación directa para registrar las características del efluente y la identificación de actividades (descarga del efluente

procedente de la PTAR, actividades ganaderas, actividades agrícolas a pequeña escala, descarga de efluentes domésticos de la zona, inundación de zonas d pastos con aguas residuales y acumulación de residuos sólidos) que generan impactos, utilizando las escalas de valoración de la matriz de Conesa.

Tabla 6

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Variable	Items	Instrumento	Técnica
Agua residual	Aceites y grasas	Ficha de análisis	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil dGreaseI and Silica Gel Treated n Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Nompolar Material) by Extraction and Gravimetry
	Coliformes termotolerantes		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Fecal Coliform Procedure
	Demanda Bioquímica de Oxígeno		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
	Demanda Química de Oxígeno		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
	pH		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
	Sólidos Totales en Suspensión		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 Oc
	Temperatura		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24 th Ed. 2023: emperature. Laboratory and Field Methods
Socioambiental	1.¿Ha utilizado el agua del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales deCajamarca para uso agrícola y/o ganadero?	Cuestionario	Encuesta

	2.¿Ha utilizado el agua del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cajamarca para uso doméstico (lavado de ropa) o recreativo? 3.¿Ha tenido molestia, incomodidad, dolor, náuseas por efecto del olor del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cajamarca? 4.¿Cree Ud. que la contaminación de las aguas del efluente de la PTAR afecta de forma significativa a la salud de la población aledaña? 5.¿Existe proliferación de moscas, ratas, insectos que propagan enfermedades alrededor a cerca de las aguas residuales? 6.¿Con qué frecuencia Ud. o algún integrante de su familia presenta enfermedades respiratorias? 7.¿Con qué frecuencia Ud. o algún integrante de su familia presenta enfermedades diarreicas agudas? 8.¿Con qué frecuencia Ud. o algún integrante de su familia presenta enfermedades cutáneas? 9.¿Se arroja basura (Residuos sólidos) en los alrededores o cerca del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cajamarca? 10.¿Percibe olores provenientes del efluente de aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales? 11.¿Considera Ud. que los olores provenientes del efluente de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento son débiles? 12.¿Considera Ud. que los olores provenientes del efluente de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento son fuertes? 13.¿Considera Ud. que los olores provenientes del efluente de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento son muy fuertes? 14.¿Existe campañas de salud (prevención, fumigación, etc) a causa del efluente de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento son fuertes?		
	Naturaleza Intensidad Extensión Momento Persistencia Reversibilidad Sinergia Acumulación Efecto Periodicidad Recuperabilidad Importancia	Observación	Matriz Conesa

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de datos, se aplicaron técnicas estadísticas en Excel y SPSS. La confiabilidad del cuestionario fue evaluada a través del coeficiente Alfa de Cronbach (0,67, aceptable para muestras pequeñas), y la validez de contenido mediante el coeficiente V de

Aiken (0,88 – cuestionario y 0,988 - matriz de Conesa), con apoyo de juicio de expertos (fichas de validación anexo 1,2). Asimismo, los datos obtenidos del análisis de laboratorio fueron interpretados conforme a los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N.º 003-2010-MINAM.

Tabla 7

Evaluación de claridad y coherencia de los ítems (Puntajes de los expertos)

EXPERTOS	CLARIDAD					COHERENCIA				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experto 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Experto 2	4	4	4	4	4	4	3	5	5	4
Suma	9	9	9	9	9	9	8	10	10	9
Prom Bloque	9.000					9.667				

En la tabla 7 se muestra las calificaciones otorgadas por los expertos a cada uno de los 10 ítems del cuestionario, valorando su claridad y coherencia en una escala del 1 al 5. Los puntajes reflejan un buen nivel de comprensión y redacción de los ítems, destacando alta uniformidad en las evaluaciones.

Tabla 8

Promedio de calificaciones por ítem según criterios de claridad y coherencia

Expertos	CLARIDAD					COHERENCIA				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experto 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Experto 2	4	4	4	4	4	4	3	5	5	4
Suma	9	9	9	9	9	9	8	10	10	9
Prom Bloque	9.000					9.667				

En la tabla 8 se presentan los promedios aritméticos obtenidos para cada ítem según los puntajes otorgados por los expertos, los valores promedio cercanos a 5 indican que los ítems tienen un alto grado de adecuación y legibilidad.

Tabla 9

Equivalencia de escala Likert para la obtención del Valor de Aiken

	Muy Bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Escala Likert	1	2	3	4	5
Equivalencia	0	25	50	75	100
%	0	0,25	0,50	0,75	1

En la tabla 9 se muestra la conversión de la escala Likert tradicional (1 a 5) a una escala de valores entre 0 y 1, como lo propone Aiken (1985), necesaria para el cálculo del índice de validez de contenido.

Tabla 10

Valor de Aiken bruto por ítem según criterios de claridad y coherencia

	CLARIDAD					COHERENCIA				
Expertos/Expertos	D.G.	D.S.		D.A.		D.G.	D.S.		D.A.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experto 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Experto 2	3	3	3	3	3	3	2	4	4	3
Suma (3.550)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3	4	4	3.5
Prom Bloque	3	3		3		3	3		3.5	
Prom de Área	3.550									

En la tabla 10 se muestra la media aritmética estandarizada de las valoraciones de los expertos, reflejando el grado de acuerdo en cuanto a la validez de contenido. Los valores mayores a 0.75 indican una adecuada validez en los ítems.

Tabla 11

Cálculo final del Valor de Aiken para cada ítem

	CLARIDAD					COHERENCIA					
Expertos	D.G.	D.S.		D.A.		D.G.	D.S.		D.A.		
Experto 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.5	1	1	0.75	
Suma	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.75	1	1	0.88	0.888
Prom Bloque	0.75	0.75		0.75		0.75	0.75		0.875		
Prom de Área	0.750					0.900					

En la tabla 11 se muestra los valores finales del índice de Aiken para cada ítem del cuestionario, diferenciando los criterios de claridad, coherencia y pertinencia. Los valores obtenidos (mayores a 0.80) indican que todos los ítems son válidos.

Tabla 12

Resumen del Valor de Aiken por categorías del instrumento

TOTAL DE PERTINENCIA	0.750
TOTAL DE CLARIDAD	0.900
PROMEDIO GENERAL	0.888

En la tabla 12 resume los resultados del índice de Aiken a nivel global. Se obtuvo un Valor de Aiken total de 0.888, lo cual indica una alta validez de contenido del cuestionario según los expertos evaluadores.

Se presentan a continuación los resultados del análisis de validez de contenido del cuestionario elaborado a partir de la matriz de Conesa, evaluado mediante el coeficiente V de Aiken por dos expertos en función de la claridad, coherencia y pertinencia de los ítems.

Tabla 13

Evaluación de claridad y coherencia de los ítems del cuestionario Conesa (Puntajes de los Expertos)

Expertos	CLARIDAD					COHERENCIA				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experto 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Experto 2	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5
Suma	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10
Prom Bloque	10.000					10.000				

En la tabla 13 se presenta la evaluación de los tres expertos, evaluaron los 10 ítems asignando puntuaciones entre 1 y 5 en cuanto a su claridad y coherencia. Las calificaciones muestran una valoración uniforme y alta, evidenciando una adecuada redacción y comprensión de los ítems del instrumento.

Tabla 14

Promedio de calificaciones por ítem según claridad y coherencia (Conesa)

EXPERTOS	CLARIDAD					COHERENCIA				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experto 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Experto 2	4	4	4	4	4	4	3	5	5	4
Suma (4.550)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	5	5	4.5
Prom Bloq	4	4		4		4	4	4.5		

En la tabla 14 se presentan los promedios por ítem derivados de la suma de puntajes otorgados por los expertos. Los valores cercanos a 5 reflejan que los ítems evaluados tienen un alto nivel de calidad en cuanto a forma y contenido.

Tabla 15*Equivalencia de escala Likert para la conversión del Valor de Aiken de Conesa*

	Muy Bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Escala Likert	1	2	3	4	5
Equivalencia	0	25	50	75	100
%	0	0,25	0,50	0,75	1

La tabla 15 detalla la escala de conversión usada para calcular el Valor de Aiken, basada en la transformación de la escala Likert convencional a valores porcentuales entre 0 y 1, siguiendo el modelo propuesto por Aiken (1985).

Tabla 16*Valor de Aiken bruto para ítems de la matriz Conesa según claridad y coherencia*

	CLARIDAD					COHERENCIA				
Expertos	D.G.	D.S.		D.A.		D.G.	D.S.		D.A.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Experto 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Experto 2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Suma	4	4	4	4	4	4	3.5	4	4	4
Prom Bloque	4	4		4		4	3.5		4	
Prom de área	3.950									

La tabla 16 presenta los valores brutos promedio por ítem según el criterio de validez de contenido. Los resultados reflejan una alta consistencia en la valoración por parte de los expertos, con valores superiores a 3.6, lo cual es considerado aceptable para validación.

Tabla 17

Cálculo final del Valor de Aiken estandarizado para ítems de la matriz Conesa

	CLARIDAD					COHERENCIA				
JUECES	D.G.	D.S.		D.A.		D.G.	D.S.		D.A.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Juez 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 2	1	1	1	1	1	1	0.75	1	1	1
Suma	1	1	1	1	1	1	0.88	1	1	1
Prom Bloque	1	1		1		1	0.875		1	
Prom de Área	1.000					0.975				

La tabla 17 muestra el índice final de Aiken por ítem y criterio, indicando una fuerte concordancia entre los expertos. Los valores globales (mayores a 0.83) confirman una alta validez de contenido de los ítems evaluados.

Tabla 18

Resultados globales del Valor de Aiken para la matriz Conesa

TOTAL DE PERTINENCIA	1.000
TOTAL DE CLARIDAD	0.975
PROMEDIO GENERAL	0.988

La tabla 18 muestra que el instrumento evaluado obtuvo un Valor de Aiken global de 0.925, con un índice de pertinencia de 1.000 y claridad de 0.988, indicando una excelente calidad en términos de validez de contenido.

Asimismo, se realizó la prueba de confiabilidad del instrumento mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, con el propósito de verificar la consistencia interna del cuestionario aplicado. Esta prueba permitió determinar el grado de fiabilidad de las respuestas obtenidas, asegurando que los ítems midan de manera coherente las dimensiones del impacto socioambiental relacionado con las aguas residuales.

Tabla 19

Validación con el alfa de Cronbach

ENCUESTAS	ITEMS														SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
E 1	1	1	1	4	4	1	2	4	1	2	2	4	4	1	32
E 2	1	1	4	4	4	4	4	4	2	4	2	3	4	1	42
E 3	1	1	4	4	4	4	4	4	2	4	1	3	4	1	41
E 4	4	1	4	4	4	1	3	4	4	4	2	2	4	1	42
E 5	1	1	4	4	4	4	3	2	1	4	3	4	4	1	40
E 6	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	2	4	4	1	42
E 7	4	1	4	4	4	4	4	4	4	2	1	3	4	1	44
E 8	1	1	1	4	4	2	1	1	1	3	2	3	4	1	29
E 9	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	4	1	43
E 10	1	1	4	4	2	1	4	1	4	4	1	2	4	1	34
E 11	1	1	4	1	4	1	4	1	1	4	1	3	4	1	31
E 12	1	1	4	4	4	4	4	3	3	4	1	3	4	1	41
E 13	1	1	4	3	2	1	1	1	4	3	1	4	1	1	28
E 14	1	1	3	4	4	4	3	1	4	4	2	3	4	1	39
E 15	1	1	2	3	3	2	3	1	1	1	1	1	4	1	25
E 16	3	1	4	4	1	4	1	4	4	4	1	4	3	1	39
E 17	2	1	4	4	3	1	1	2	4	1	1	1	4	1	30
E 18	2	1	3	4	4	2	4	3	4	4	2	4	3	1	41
E 19	1	1	3	4	3	2	4	3	4	4	1	4	3	1	38
E 20	1	1	3	4	3	2	4	3	4	4	1	4	3	1	38
VARIANZA	0.950	0.000	0.940	0.488	0.748	1.748	1.390	1.610	1.700	1.040	0.448	1.100	0.528	0.000	

Sumatoria varianza	12.688
Varianza de la suma De items	33.4

α	Coefficiente de confiabilidad del instrumento	0.67
K	Número de items del instrumento	14
$\sum_{i=1}^k S_i^2$	Sumatoria de las varianzas	12.69
S_t^2	Varianza total del insstrumento	33.36

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Según la tabla 19 la prueba de confiabilidad del cuestionario mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, se obtuvo un valor de 0.67. Según la escala de interpretación adoptada en esta investigación, este resultado indica que el instrumento presenta una confiabilidad

aceptable para muestras pequeñas, lo cual respalda la coherencia interna de los ítems y su adecuada aplicación para el estudio.

2.6. Equipos, materiales e insumos

Papel bond

Lapiceros

Impresora

Laptop

7 frascos estériles de 1° uso

Preservantes

Cooler

Ice pack

Cámara fotográfica

Guantes

2.7. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 20

Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento	Metodología
General: ¿Qué características presentan las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y qué efectos socioambientales se asocian a su presencia en Cajamarca, 2023?	General: Analizar las características de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y los efectos socioambientales asociados en Cajamarca, 2023	Principal: Las aguas residuales del efluente en el fundo Betania presentan características que generan impactos socioambientales negativos en Cajamarca, 2023.	Aguas residuales	Propiedades fisicoquímicas	Aceites y grasas Coliformes termotolerantes DBO5 DQO pH Nivel de SST Temperatura	Análisis de laboratorio	Ficha de análisis	Se realizó una evaluación a nivel de laboratorio, para establecer si la calidad del agua del efluente cumple los Límites Máximos Permisibles establecidos por el D.S. 003-2010-MINAM. Para luego evaluar el impacto socioambiental.
Específicos: ¿Cuál es la calidad de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania, Cajamarca 2023? - ¿Cuáles son los impactos socioambientales en el fundo Betania relacionados con las aguas residuales urbanas del efluente, Cajamarca 2023?	Específicos: Determinar la calidad de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania, Cajamarca 2023. - Identificar los impactos de las aguas residuales urbanas del efluente en la salud de la población y en el ambiente del fundo Betania, Cajamarca 2023.	Específicas: - La calidad de las aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos por la normativa vigente. - Existen problemas socioambientales en el fundo Betania relacionados con las aguas residuales urbanas del efluente, tales como afectaciones a la salud, al medio ambiente y a la calidad de vida de los habitantes.	Impacto socioambiental	Social	Salud Percepción Olor Agua	Encuesta	Cuestionario	Se aplicó la encuesta a 20 personas que vivan alrededor del efluente de la PTAR Cajamarca, que dejó de funcionar en el año 2008.
				Ambiental	Olor	Observación	Matriz CONESA	
					Salud			

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.2. Presentación de resultados (Análisis, e interpretación de resultados)

5.2.1. Características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales domésticas

La Tabla 21 presenta los resultados del análisis de laboratorio realizado a las muestras de aguas residuales del efluente del fundo Betania. En este se evaluaron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos como pH, sólidos suspendidos, DBO₅, DQO, aceites y grasas, temperatura y coliformes termotolerantes, los cuales fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles establecidos por la normativa vigente.

Tabla 21

Resultados de los análisis de laboratorio, parámetros acreditados por INACAL

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados	Normativa DS N° 003- 2010-MINAM
pH a 25°C	pH	NA	4.59	6.5-8.5
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	2.5	628.0	150.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2.6	2565.0	100.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1.7	4250.0	200.00
Aceites y grasas	mg/L	1.7	184.3	20.00
Temperatura (T°)	°C	N.A.	18.72	<35
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	35x10 ⁶	10000.00

Los resultados analíticos del agua residual procedente del efluente del fundo Betania, presentados en la Tabla 21, evidencian múltiples transgresiones a los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM, normativa vigente para la calidad de aguas residuales tratadas vertidas a cuerpos naturales.

El valor de pH registrado fue de 4.59, situándose por debajo del rango normativo (6.5 – 8.5), lo que denota una acidez significativa en el efluente, capaz de afectar directamente los procesos biológicos acuáticos y la integridad de los suelos agrícolas si el agua es reutilizada. En cuanto a los sólidos suspendidos totales (SST), se obtuvo una concentración de 628.0 mg/L, superando ampliamente el valor límite de 150 mg/L, lo cual puede contribuir a la turbidez del agua, sedimentación excesiva y reducción de luz en el medio acuático, alterando los hábitats acuáticos (Villaca Ccallo, 2025).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) alcanzó un nivel crítico de 2565.0 mg/L, mientras que la demanda química de oxígeno (DQO) se situó en 4250.0 mg/L, excediendo en más de 25 y 21 veces, respectivamente, los límites establecidos (100 mg/L para DBO₅ y 200 mg/L para DQO), estos valores indican una altísima carga orgánica, que promueve el agotamiento del oxígeno disuelto en el cuerpo receptor, generando condiciones anóxicas perjudiciales para los organismos acuáticos (Pilamunga Hurtado & Toro Apolo, 2024).

Asimismo, la concentración de aceites y grasas fue de 184.3 mg/L, superando en más de nueve veces el máximo permitido de 20.0 mg/L, lo cual sugiere la presencia de contaminantes de origen doméstico o industrial que pueden formar películas superficiales que limitan la oxigenación del agua (Villaca Ccallo, 2025).

En términos microbiológicos, los coliformes Termotolerantes se cuantificaron en 35×10^6 NMP/100 mL, cifra extraordinariamente superior al límite de 10,000 NMP/100 mL, lo que refleja una contaminación fecal severa, con potencial riesgo epidemiológico para las comunidades expuestas, especialmente si se utiliza para riego o contacto directo (Gonzales Vasquez & Núñez Figueroa¹, 2021).

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el efluente analizado presenta una calidad altamente deficiente, con múltiples parámetros que exceden drásticamente los

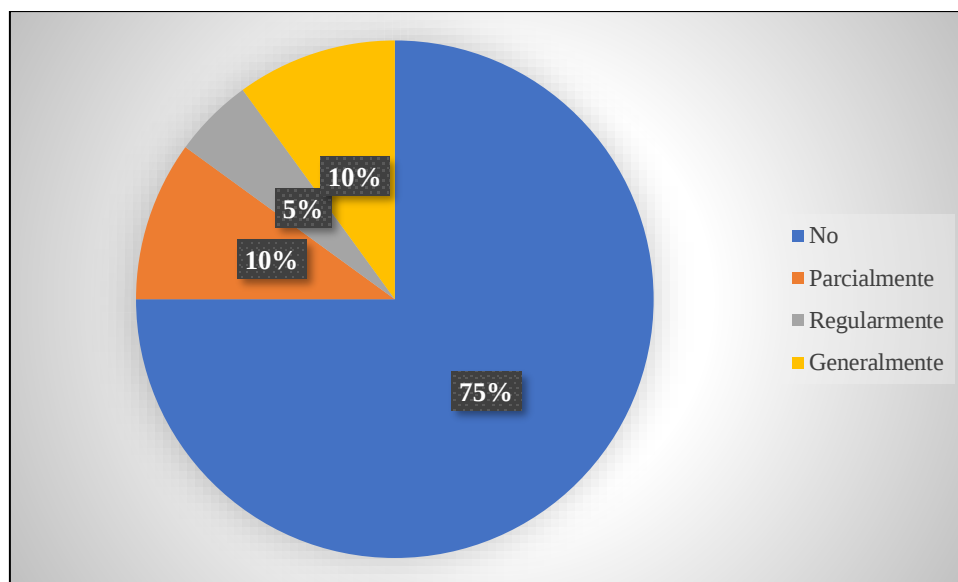
valores normativos, la elevada carga orgánica, la acidez del medio, la alta concentración de sólidos, grasas y la presencia masiva de bacterias indicadoras de contaminación fecal, configuran un escenario ambiental de alta peligrosidad tanto para el entorno ecológico como para la salud pública.

5.2.2. Resultados de la aplicación de encuestas

A continuación, se expone el análisis de los resultados obtenidos a partir del cuestionario aplicado a los pobladores del fundo Betania, utilizando una escala de Likert. Las respuestas fueron procesadas y representadas en porcentajes, lo que permitió identificar con mayor claridad las percepciones y experiencias de la población respecto al impacto del efluente de aguas residuales en su salud, entorno y calidad de vida.

Figura 2

Uso del efluente de las aguas residuales de Cajamarca con fines agrícolas y/o ganaderos por parte de los pobladores del fundo Betania

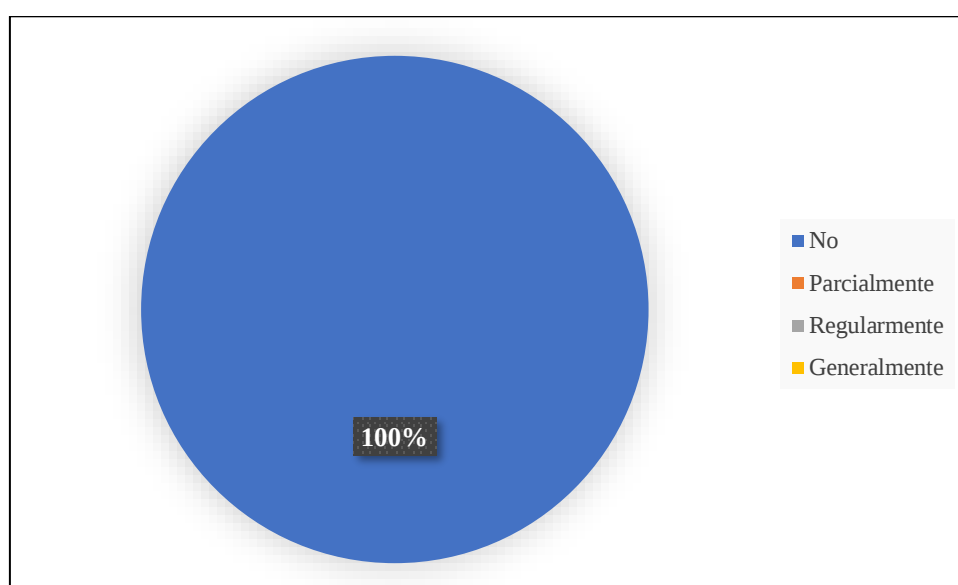


La figura 2 presenta una distribución de frecuencias relativas en escala tipo Likert, donde el 75 % de los encuestados manifestó no utilizar el efluente de la PTAR de Cajamarca con fines agrícolas o ganaderos; un 10 % indicó uso parcial, 5 % regular, y 10 % lo utiliza generalmente. Esta distribución evidencia una tendencia mayoritaria al rechazo del recurso,

atribuible a la percepción de riesgo sanitario y ambiental, respaldada por los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente. Parámetros fisicoquímicos del efluente que exceden ampliamente los límites establecidos por el D.S. N.º 003-2010-MINAM. Por tanto, la baja frecuencia de uso reportada tiene un fundamento científico sólido, al reflejar una respuesta poblacional coherente con la calidad no apta del agua residual.

Figura 3

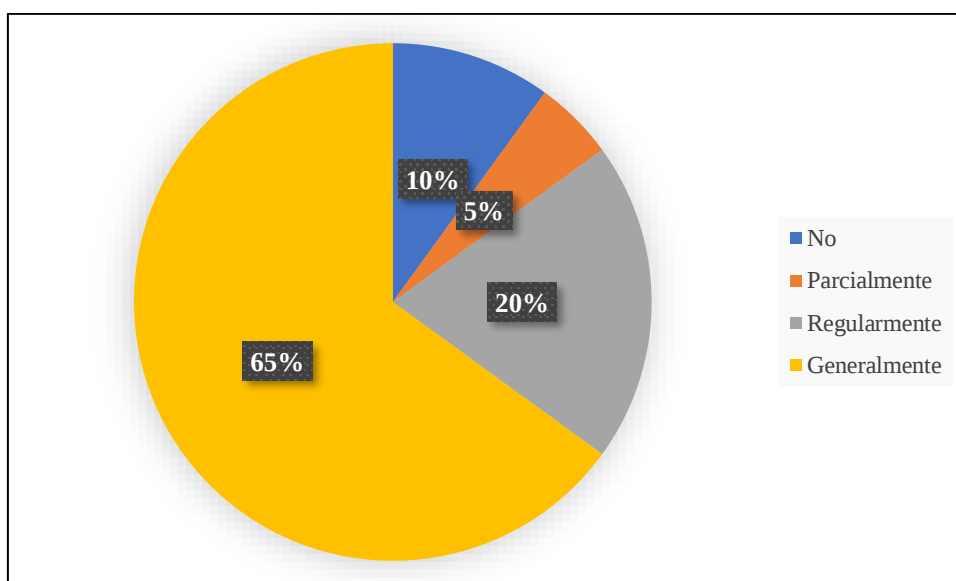
Uso del efluente de la PTAR de Cajamarca para fines domésticos o recreativos por parte de los pobladores del fundo Betania



La figura 3 muestra la distribución porcentual de frecuencias respecto al uso del efluente de la PTAR de Cajamarca con fines domésticos o recreativos. El 100 % de los encuestados respondió "No", indicando que ninguno de los pobladores ha utilizado estas aguas para actividades como el lavado de ropa o recreación. Esta percepción es coherente con los resultados físico-químicos y microbiológicos obtenidos en laboratorio, los cuales evidencian altos niveles de coliformes Termotolerantes, DBO₅ y aceites y grasas, que representan un riesgo biológico significativo, desaconsejando su contacto directo o uso en actividades domésticas.

Figura 4

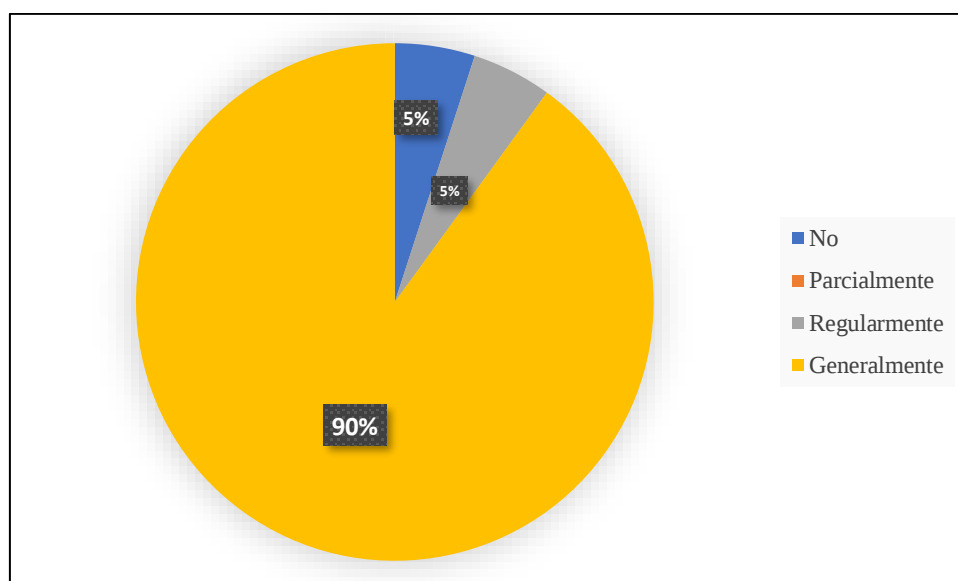
Efectos del olor del efluente de la PTAR de Cajamarca en la salud de los pobladores del fundo Betania



La figura 4 presenta la distribución de frecuencias expresada en porcentajes sobre los efectos percibidos del olor del efluente en la salud. Un 65 % de los encuestados indicó que generalmente experimenta molestias como náuseas, dolor o incomodidad, seguido de un 20 % que respondió regularmente, un 5 % parcialmente, y solo un 10 % afirmó no haber sentido molestias. Estos datos reflejan una percepción colectiva de afectación directa a la salud, probablemente asociada a la presencia de compuestos volátiles derivados de la alta carga orgánica, como los reportados en los análisis de DBO (2565 mg/L) y SST (628 mg/L), que pueden generar gases malolientes como amoníaco y ácido sulfhídrico. La exposición continua a estos olores puede provocar síntomas físicos persistentes, representando un impacto socioambiental negativo.

Figura 5

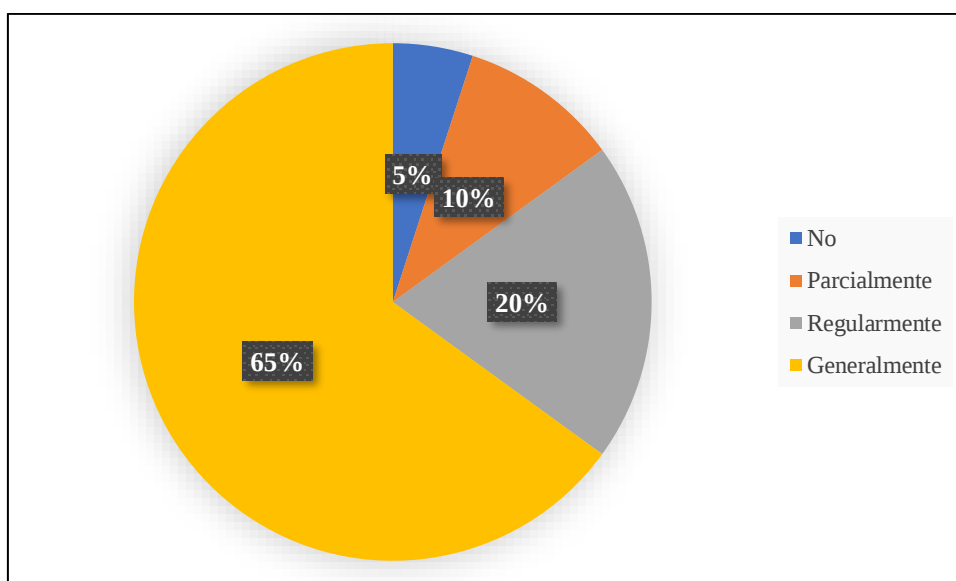
Percepción de los pobladores del fundo Betania sobre el impacto del efluente de la PTAR de Cajamarca en la salud de la población



La figura 5 muestra la distribución porcentual de respuestas en relación con el impacto del efluente en la salud de la población. El 90 % de los encuestados indicó que generalmente considera que la contaminación de las aguas residuales tratadas afecta de forma significativa la salud de la población aledaña; un 5 % respondió regularmente, y otro 5 % señaló que no considera dicho impacto. Esta percepción coincide con los resultados físico-químicos obtenidos en laboratorio, que evidencian altos niveles de DBO (2565 mg/L), DQO (4250 mg/L) y coliformes termotolerantes (35×10^6 NMP/100 mL), parámetros que superan ampliamente los límites establecidos por la normativa ambiental (DS N.º 003-2010-MINAM). Tales excedencias reflejan un alto potencial de riesgo sanitario, especialmente por exposición prolongada a agentes patógenos y compuestos tóxicos, lo que justificaría científicamente la preocupación expresada por la comunidad.

Figura 6

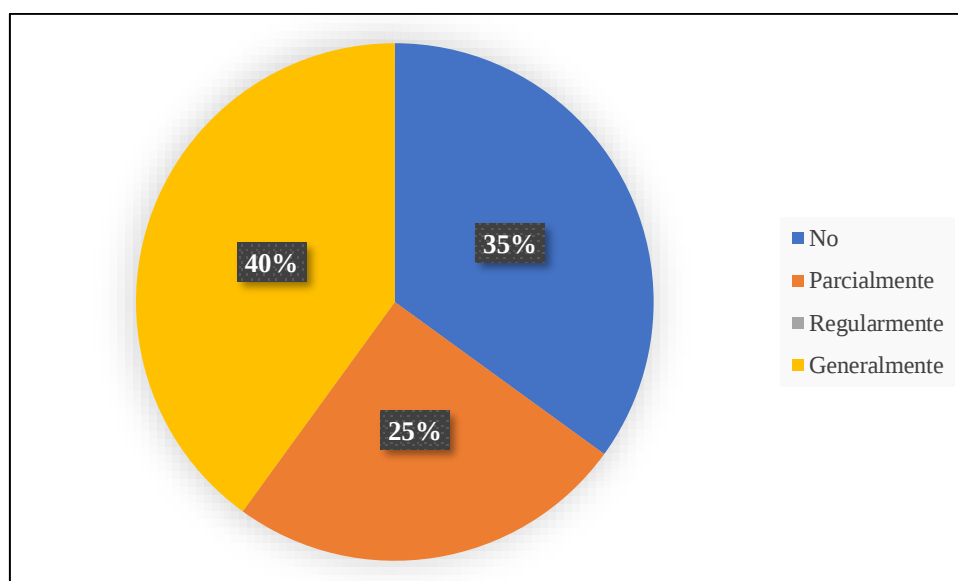
Percepción sobre la proliferación de vectores (moscas, ratas, insectos) asociados a las aguas residuales del efluente de la PTAR de Cajamarca



La figura 6 evidencia que el 65 % de los pobladores considera que generalmente existe proliferación de vectores transmisores de enfermedades alrededor del efluente de la PTAR de Cajamarca; un 20 % indica que ocurre regularmente, un 10 % parcialmente, y solo un 5 % manifiesta que no se presenta dicha situación. Esta distribución de frecuencias, expresada en porcentajes, pone en evidencia una alta percepción de riesgo ambiental y sanitario. Desde un enfoque científico, este tipo de ambientes con elevada carga orgánica (como lo indican los valores extremos de DBO y DQO) favorecen la descomposición anaerobia y la acumulación de materia en descomposición, lo cual constituye un entorno propicio para la proliferación de insectos, roedores y otros vectores. Por tanto, la percepción de los habitantes se encuentra respaldada por las condiciones observadas en los análisis físico-químicos, reforzando la relación directa entre el manejo inadecuado de aguas residuales y los impactos socioambientales asociados.

Figura 7

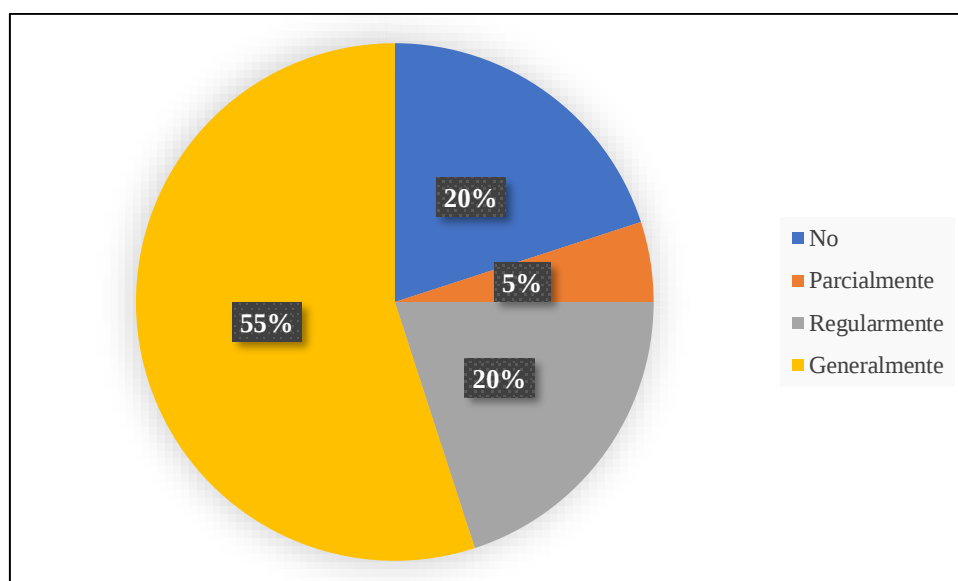
Frecuencia de enfermedades respiratorias en familias expuestas al efluente de la PTAR de Cajamarca



La figura 7 muestra la distribución de frecuencias expresada en porcentajes respecto a la presencia de enfermedades respiratorias en los hogares aledaños a la PTAR Cajamarca. Un 40 % de los encuestados manifestó que generalmente presentan enfermedades respiratorias, mientras que un 35 % indicó que nunca las ha presentado y un 25 % respondió que parcialmente, estos resultados reflejan una percepción significativa de afectación a la salud respiratoria, posiblemente atribuida a los contaminantes atmosféricos secundarios provenientes del efluente producto de la descomposición orgánica (como el sulfuro de hidrógeno y el amoníaco) pueden causar irritación en las vías respiratorias, especialmente en personas vulnerables. La literatura científica respalda esta relación, dado que la exposición prolongada a emisiones de aguas residuales puede agravar condiciones respiratorias preexistentes o provocar síntomas en poblaciones vulnerables.

Figura 8

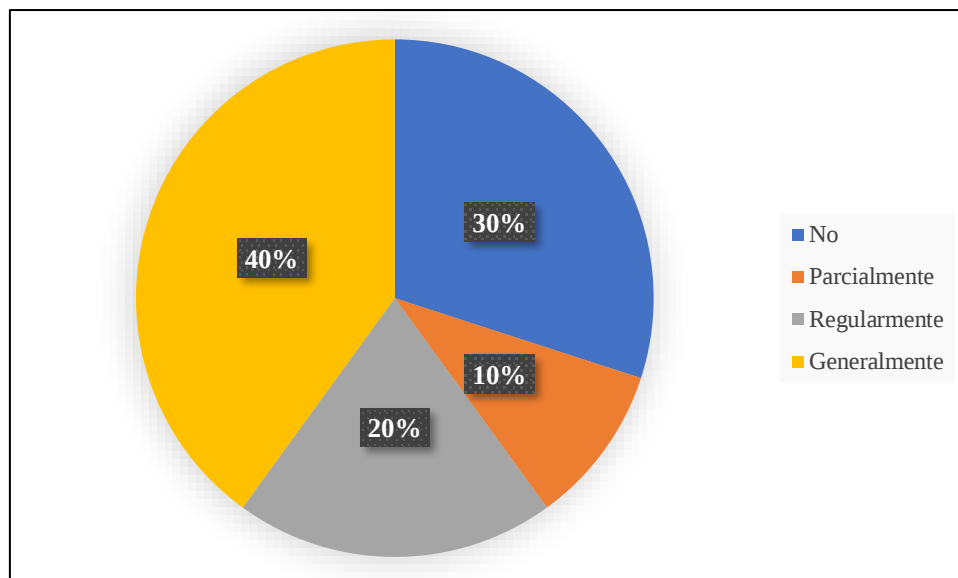
Frecuencia de enfermedades diarreicas agudas asociadas a la presencia de aguas residuales de la PTAR Cajamarca



La Figura 8 muestra la distribución de frecuencias expresada en porcentajes sobre la presencia de enfermedades diarreicas agudas en relación con las aguas residuales de la PTAR Cajamarca. El 55 % de los encuestados indicó que generalmente se presentan estas afecciones, el 20 % señaló que ocurren regularmente, el 5 % parcialmente, y el 20 % afirmó que no las ha padecido, esta percepción se sustenta en fundamentos técnicos, ya que el análisis de laboratorio reveló una concentración de coliformes termotolerantes de 35×10^6 NMP/100 mL, superando ampliamente el límite establecido por la normativa (10,000 NMP/100 mL), lo que evidencia una alta carga bacteriana en el efluente, esto representa un riesgo real para la salud pública, especialmente en zonas expuestas, y sugiere que el contacto directo o indirecto con estas aguas podría estar incidiendo en la aparición frecuente de enfermedades entéricas en la población.

Figura 9

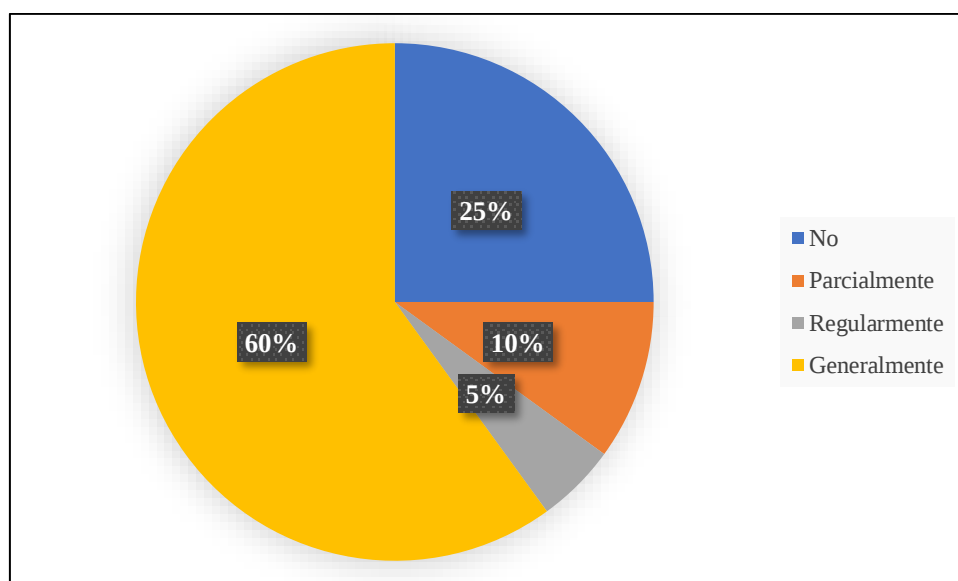
Frecuencia de enfermedades cutáneas atribuidas a la exposición al efluente de la PTAR



La Figura 9 presenta la distribución de frecuencias expresada en porcentajes sobre la presencia de enfermedades cutáneas atribuidas a las aguas residuales de la PTAR Cajamarca. El 40 % de los encuestados señaló que generalmente padecen estas afecciones, el 20 % indicó que ocurren regularmente, el 10 % parcialmente, mientras que el 30 % afirmó que no las ha presentado. Estos resultados pueden estar relacionados con la elevada presencia de contaminantes en el efluente, como grasas, sólidos suspendidos y materia orgánica, los cuales, según el análisis fisicoquímico, superan ampliamente los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental. El contacto dérmico con este tipo de aguas puede desencadenar irritaciones, alergias o infecciones cutáneas, lo cual justifica científicamente la percepción reportada por los pobladores.

Figura 10

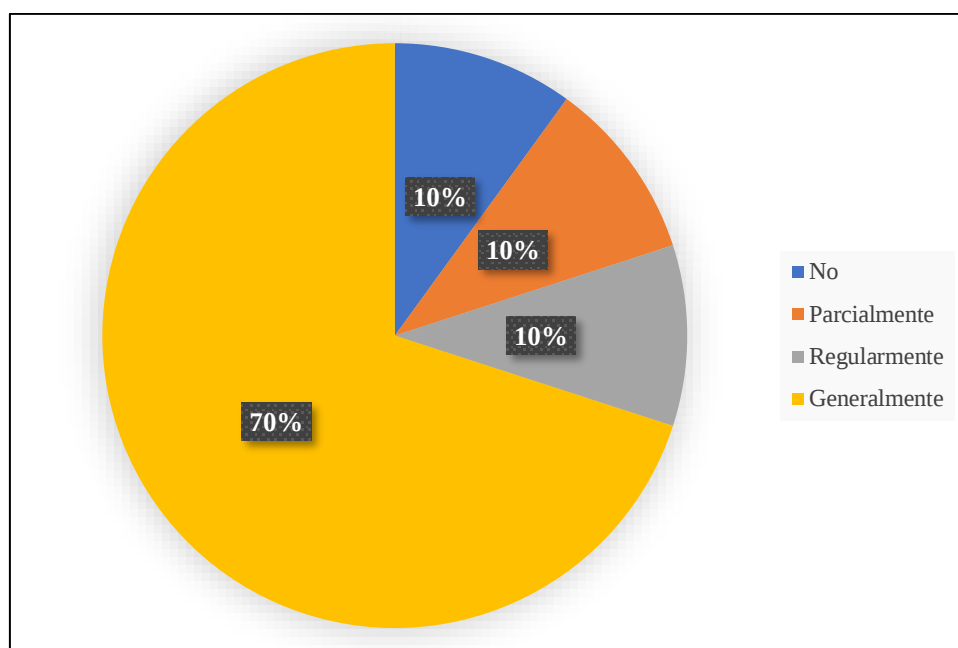
Percepción de los pobladores sobre el arrojo de residuos sólidos en los alrededores del efluente de la PTAR Cajamarca



De acuerdo con los datos mostrados en la figura 10, el 60% de los encuestados indicó que generalmente se arrojan residuos sólidos en los alrededores del efluente de la PTAR de Cajamarca, mientras que un 5% señaló que esto ocurre regularmente, un 10% parcialmente, y solo un 25% respondió no. Esta distribución porcentual refleja una alta frecuencia percibida de malas prácticas de disposición de residuos en la zona de influencia de la planta. Desde un enfoque técnico y ambiental, esta situación representa un riesgo adicional para la salud pública y el entorno, al intensificar la contaminación física y biológica de las aguas residuales. La acumulación de residuos sólidos puede actuar como fuente de vectores patógenos, alterar el flujo del efluente y comprometer aún más la calidad ambiental del área circundante.

Figura 11

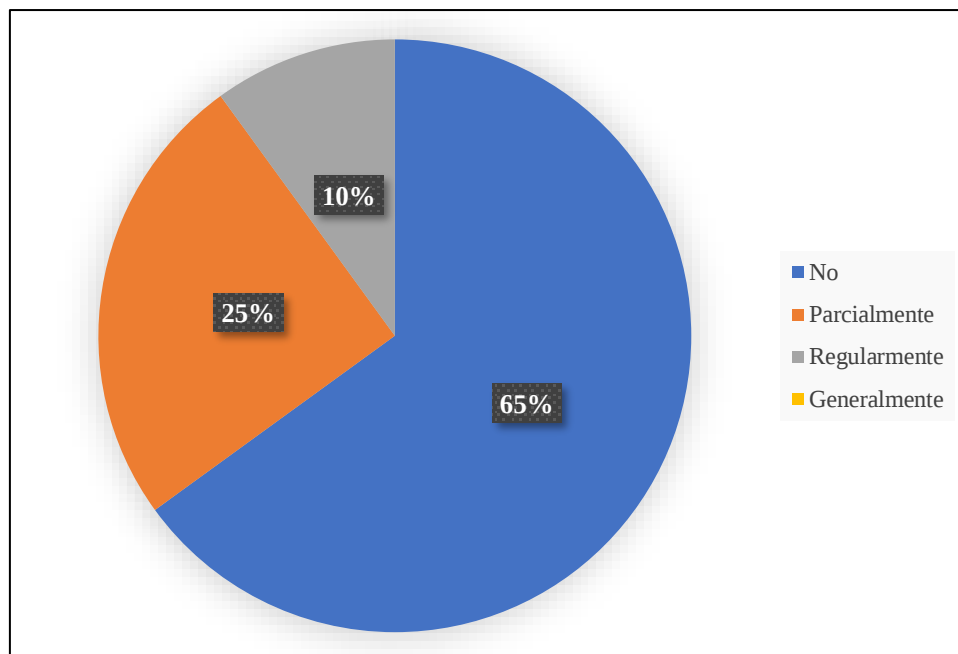
Distribución de frecuencias sobre la percepción de olores provenientes del efluente de aguas residuales de la PTAR Cajamarca



La Figura 11 muestra la distribución de frecuencias expresada en porcentajes sobre la percepción de olores generados por el efluente de la PTAR Cajamarca. El 70 % de los encuestados señaló que generalmente percibe olores desagradables, un 10 % indicó que los percibe regularmente, otro 10 % parcialmente, y solo el 10 % indicó que no percibe dichos olores. Esta percepción es coherente con las condiciones de descarga de aguas residuales con alta carga orgánica, como lo evidencian los valores elevados de DBO₅ y DQO en los análisis de laboratorio. Técnicamente, la descomposición anaerobia de materia orgánica en aguas residuales genera compuestos volátiles como sulfuros y amoníaco, responsables de olores ofensivos. Estos olores no solo afectan la calidad del ambiente local, sino que también generan molestias permanentes que alteran el bienestar y la salud mental de los pobladores cercanos, evidenciando un impacto ambiental y social relevante.

Figura 12

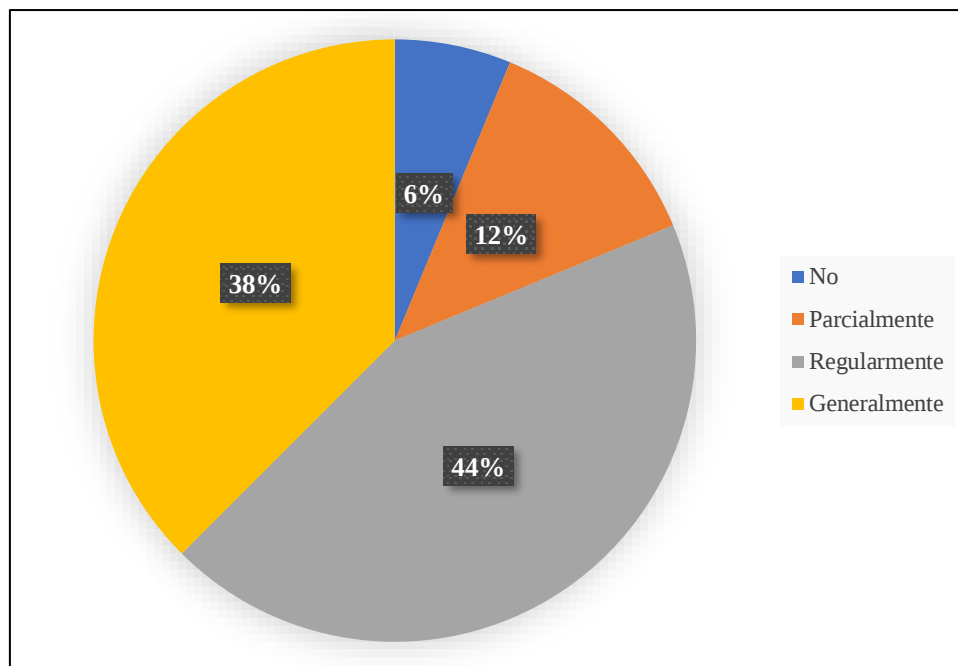
Intensidad de olores débiles provenientes del efluente de la PTAR Cajamarca



La Figura 12 presenta la distribución de frecuencias expresada en porcentajes respecto a la percepción de olores débiles generados por el efluente de la PTAR Cajamarca. Un 65 % de los encuestados respondió que no considera que los olores sean débiles, mientras que un 25 % los percibe parcialmente débiles, y un 10 % regularmente. Ninguno indicó que generalmente los olores sean leves. Esta percepción mayoritaria de olores intensos está relacionada con la alta carga orgánica de las aguas residuales descargadas, como se refleja en los resultados analíticos de parámetros como la DBO₅ (2565 mg/L) y la DQO (4250 mg/L), que superan ampliamente los límites permisibles. Desde un enfoque técnico-científico, estos compuestos favorecen procesos de fermentación anaerobia que liberan gases malolientes, lo cual respalda la percepción ciudadana y refuerza el diagnóstico de impacto ambiental significativo.

Figura 13

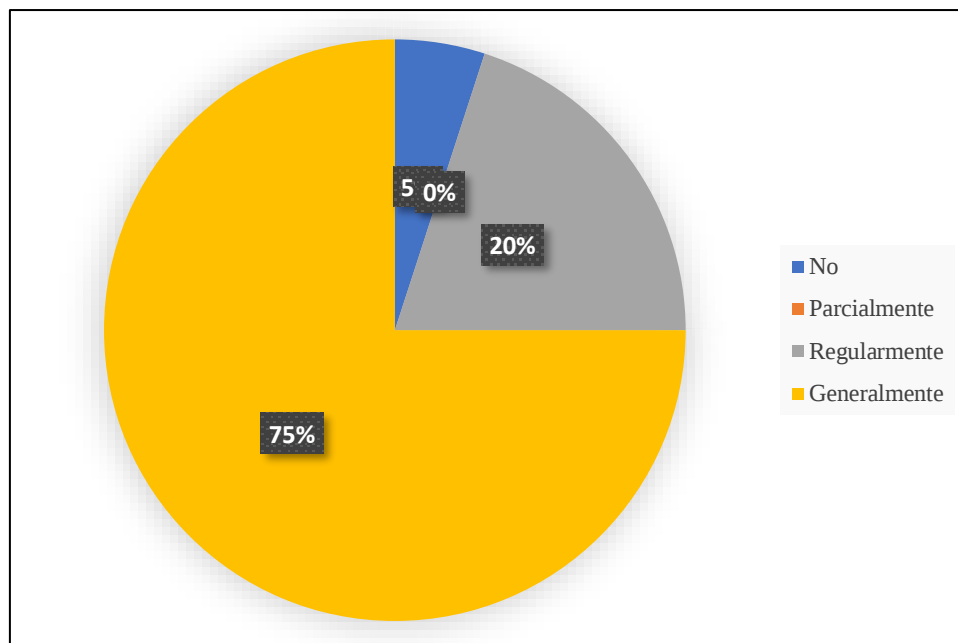
Percepción de olores fuertes provenientes del efluente de la PTAR Cajamarca



La Figura 13 muestra la distribución de frecuencias, expresada en porcentajes, respecto a la percepción de olores fuertes generados por el efluente de la PTAR Cajamarca. El 44 % de los encuestados indicó que regularmente percibe olores intensos, seguido por un 38 % que manifestó que los percibe generalmente, un 12 % parcialmente, y solo un 6 % respondió no. Estos resultados reflejan una percepción ciudadana claramente orientada hacia la presencia constante de olores desagradables, lo cual guarda relación directa con los altos niveles de carga orgánica presentes en el efluente, como se evidenció en la DBO₅ y DQO excedidas, generando procesos anaeróbicos que liberan compuestos volátiles como sulfuros y amoníaco. Desde un enfoque técnico, esta situación no solo compromete la calidad del aire circundante, sino también la calidad de vida de los pobladores expuestos de forma continua a dichos contaminantes.

Figura 14

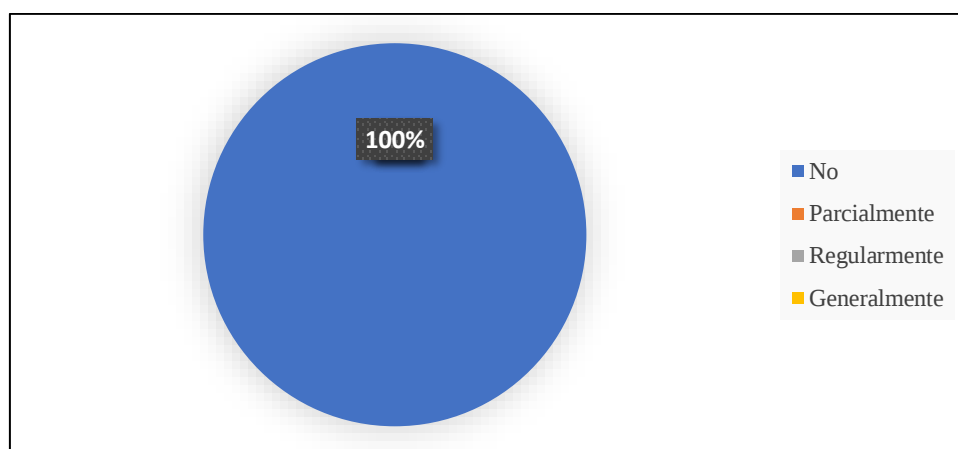
Percepción continua de olores muy fuertes del efluente de la PTAR Cajamarca



La Figura 14 muestra la percepción de la población respecto a la frecuencia con la que se perciben olores muy fuertes provenientes del efluente de la PTAR Cajamarca. Un 75 % de los encuestados manifestó que generalmente percibe estos olores, seguido de un 20 % que indicó que los percibe regularmente, mientras que solo un 5 % respondió no y ninguno indicó percepción parcial. Este patrón de respuestas evidencia una percepción social sostenida de exposición a olores molestos, probablemente asociados a procesos de descomposición anaeróbica de materia orgánica en el efluente. Desde una perspectiva técnica, esto sugiere deficiencias en el tratamiento y manejo de los residuos líquidos, lo que implica una liberación de compuestos como ácido sulfhídrico, amoníaco u otras sustancias volátiles, generando un impacto ambiental y sanitario directo en la población aledaña.

Figura 15

Percepción sobre la existencia de campañas de salud relacionadas al efluente de la PTAR Cajamarca



La Figura 15 evidencia que el 100 % de los encuestados manifestó que no existen campañas de salud (como prevención, fumigación u otras intervenciones) a causa del efluente de aguas residuales de la PTAR Cajamarca. Esta ausencia total de acciones institucionales preventivas revela una omisión significativa en las estrategias de mitigación del impacto sanitario y ambiental. Desde un enfoque técnico-científico, la falta de intervención podría facilitar la proliferación de vectores de enfermedades, el deterioro de la salud pública y la desprotección de las comunidades vulnerables expuestas a agentes contaminantes derivados de aguas residuales mal gestionadas.

Los resultados obtenidos de las 14 preguntas aplicadas a los pobladores del Fundo Betania evidencian una percepción mayoritariamente negativa respecto al impacto del efluente de la PTAR Cajamarca. Si bien el uso doméstico o recreativo del agua es nulo, algunos la emplean para fines agrícolas o ganaderos, lo que representa un riesgo indirecto. La mayoría de encuestados percibe olores intensos y frecuentes, los cuales generan molestias físicas como náuseas o dolores de cabeza. Además, se reporta la presencia recurrente de enfermedades diarreicas, respiratorias y cutáneas asociadas a la exposición, así como la proliferación de vectores y el vertido de residuos sólidos en el entorno. A pesar de esta

situación, no se evidencian campañas de salud preventiva, lo que agrava el riesgo socioambiental. En conjunto, estos resultados reflejan un claro deterioro en la calidad de vida de la población y la necesidad urgente de medidas correctivas.

5.2.3. Resultados Matriz de Conesa

Identificación de impactos

Tabla 22

Matriz de Conesa

Actividades	Componente y/o factor ambiental	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Criterios de evaluación											Índice de importancia	
				N	IN	EX	MO	PE	RV	EF	PR	AC	SI	MC	I	Categoría
Descarga de efluentes procedentes de la ex PTAR	Suelo	Descarga de efluentes	Erosión del suelo	-	1	1	3	2	2	4	4	4	2	2	28	Moderado
	Agua	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Alteración de la calidad del agua	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Aire	Generación de gases y malos olores	Contaminación por emisión de gases	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Fauna	Presencia de aves migratorias por aguas residuales	Migración de especies	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	15	Leve
	Salud	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Afectación de la salud de las personas	-	8	4	3	2	2	1	2	1	1	2	46	Moderado
	Territorio y recursos naturales	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Afectación de los recursos naturales	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Expectativas de la comunidad	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Temores de contaminación ambiental	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Paisaje visual	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Alteración de la calidad visual	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
Actividades ganaderas	Suelo	Pastoreo y pisoteo de ganado	Erosión del suelo	-	1	1	3	2	2	4	4	4	2	2	28	Moderado
	Relieve y topografía	Pastoreo y pisoteo de ganado	Modificación del relieve y la topografía	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Agua	Generación de excrementos	Alteración de la calidad del agua	-	1	1	4	1	2	4	4	4	4	2	30	Moderado
		Consumo de agua para ganado	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Aire	Generación de gases y malos olores	Contaminación por emisión de gases	-	2	4	4	1	1	4	4	4	2	2	36	Moderado
	Flora	Pastoreo y pisoteo de ganado	Pérdida de cobertura vegetal	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Economía	Pastoreo a cargo de pobladores aledaños	Generación de empleo local	+	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	18	No significativo

Actividades agrícolas a pequeña escala		Pastoreo a cargo de pobladores aledaños	Incremento del ingreso familiar	+	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	18	No significativo
	Territorio y recursos naturales	Pastoreo, pisoteo y generación de excrementos	Afectación de los recursos naturales	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Caudal ecológico	Consumo de agua para ganado	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Paisaje visual	Generación de excrementos	Alteración de la calidad visual	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Suelo	Fertilización de sembríos	Erosión del suelo	-	1	1	3	2	2	4	4	4	2	2	28	Moderado
	Relieve y topografía	Fertilización de sembríos	Modificación del relieve y la topografía	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Agua	Uso de pesticidas y fertilizantes	Alteración de la calidad del agua		1	1	4	1	2	4	4	4	4	2	30	Moderado
		Consumo de agua para riego	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Flora	Retiro de cobertura vegetal para sembríos	Pérdida de cobertura vegetal	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Economía	Agricultura a cargo de pobladores aledaños	Generación de empleo local	+	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	18	No significativo
		Agricultura a cargo de pobladores aledaños	Incremento del ingreso familiar	+	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	18	No significativo
	Salud	Riego de sembríos con aguas residuales	Afectación de la salud de las personas	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Territorio y recursos naturales	Sembríos, uso de pesticidas, pérdida de cobertura vegetal	Afectación de los recursos naturales	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Caudal ecológico	Consumo de agua para riego	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Paisaje visual	Retiro de cobertura vegetal	Alteración de la calidad visual	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Agua	Descarga de efluentes domésticos	Alteración de la calidad del agua	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
		Descarga de efluentes domésticos	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Aire	Generación de gases y malos olores	Contaminación por emisión de gases	-	2	4	4	4	1	4	4	4	4	2	41	Moderado
	Demografía	Generación de enfermedades por exposición las aguas residuales y olores	Afectación de la calidad de vida de la población	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo

Descarga de efluentes domésticos	Organización social	Incomodidad por descarga de aguas residuales y malos olores	Cambio en la forma de organización social	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Salud	Generación de enfermedades por exposición las aguas residuales y olores	Afectación de la salud de las personas	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Territorio y recursos naturales	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Afectación de los recursos naturales	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Servicios ecosistémicos	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Cambios en el uso de la tierra	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Caudal ecológico	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Paisaje visual	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Alteración de la calidad visual	-	2	4	4	1	1	4	4	4	2	2	36	Moderado
Inundación de zonas de pastos con aguas residuales	Suelo	Inundación del suelo	Erosión del suelo	-	2	4	4	1	1	4	4	4	2	2	36	Moderado
	Relieve y topografía	Inundación del suelo	Modificación del relieve y la topografía	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Agua	Infiltración de aguas residuales a cuerpos de agua	Alteración de la calidad del agua	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
		Infiltración de aguas residuales a cuerpos de agua	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Aire	Generación de gases y malos olores	Contaminación por emisión de gases	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Fauna	Presencia de aves migratorias por aguas residuales	Migración de especies	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	15	Leve
	Demografía	Generación de enfermedades por exposición las aguas residuales y olor	Afectación de la calidad de vida de la población	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Cultura	Incomodidad por descarga de aguas residuales y malos olores	Cambios en los hábitos y costumbres de la población local	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Organización social	Incomodidad por descarga de aguas residuales y malos olores	Cambio en la forma de organización social	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Salud	Generación de enfermedades por exposición las aguas residuales y olor	Afectación de la salud de las personas	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Territorio y recursos N.	Descarga de aguas residuales al río sin tratamiento	Afectación de los recursos naturales	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	4	60	Severo
	Caudal ecológico	Infiltración de aguas residuales a cuerpos de agua	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve

	Paisaje visual	Inundación con aguas residuales	Alteración de la calidad visual	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
Acumulación de residuos sólidos	Suelo	Acumulación de RRSS	Erosión del suelo	-	1	1	3	2	2	4	4	4	2	2	28	Moderado
		Acumulación de RRSS	Cambio de uso de suelo	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Paisaje	Acumulación de RRSS	Modificación del paisaje	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Agua	Generación de sedimentos (RRSS)	Alteración de la calidad del agua	-	1	1	4	1	2	4	4	4	4	2	30	Moderado
	Aire	Generación de gases y malos olores	Contaminación por emisión de gases	-	2	4	4	1	1	4	4	4	2	2	36	Moderado
	Demografía	Generación de enfermedades e infecciones	Afectación de la calidad de vida de la población	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Salud	Generación de enfermedades e infecciones en población aledaña	Afectación de la salud de las personas	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Territorio y recursos N.	Acumulación de RRSS en suelo y agua	Afectación de los recursos naturales	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Expectativa de comunidad	Acumulación de RRSS	Temores de contaminación ambiental	-	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	21	Leve
	Servicios ecosistémicos	Acumulación de RRSS	Cambios en el uso de la tierra	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve
	Caudal ecológico	Acumulación de RRSS y generación de sedimentos	Disminución de la cantidad de agua	-	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	20	Leve
	Paisaje visual	Acumulación de RRSS	Alteración de la calidad visual	-	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	20	Leve

La tabla 22 presenta una evaluación detallada de los impactos ambientales generados por la descarga de efluentes de la PTAR de Cajamarca, así como por las actividades ganaderas, agrícolas a pequeña escala, la acumulación de residuos sólidos y la inundación de zonas de pastos. En el componente agua, se identifican impactos significativos como la alteración de la calidad y cantidad del recurso hídrico, lo cual afecta directamente el caudal ecológico, comprometiendo el equilibrio de los ecosistemas acuáticos. Además, se reporta la contaminación por emisión de gases, probablemente por procesos de descomposición anaerobia de materia orgánica presente en los efluentes y residuos acumulados.

En el componente social, se observa una afectación directa a la salud de la población, derivada de la exposición a contaminantes presentes en el efluente, malos olores, y la proliferación de vectores de enfermedades como moscas y roedores. Asimismo, el impacto sobre los servicios ecosistémicos y el paisaje visual se manifiesta en la pérdida del valor estético del entorno y el cambio en los usos del suelo, especialmente en áreas anteriormente destinadas a actividades agropecuarias, ahora afectadas por contaminación e inundaciones.

Desde una perspectiva técnica, los impactos identificados en esta matriz reflejan un desequilibrio ambiental progresivo, producto de una gestión ineficiente de las aguas residuales y una inadecuada planificación territorial. Esta situación evidencia la necesidad de reforzar el monitoreo ambiental, implementar tecnologías más efectivas en el tratamiento de aguas residuales, y fomentar estrategias de educación ambiental comunitaria que contribuyan a reducir la presión sobre los recursos naturales. Los impactos clasificados como severos (I=60) representan las afectaciones más significativas del sistema. La descarga de efluentes sin tratamiento genera una alteración severa de la calidad del agua superficial, constituyendo uno de los impactos de mayor magnitud identificados. Este deterioro hídrico se origina por la elevada carga contaminante del efluente, que, según los resultados fisicoquímicos reportados, supera consistentemente la normativa ambiental peruana. La contaminación atmosférica por

emisión de gases ($I=-60$) también se mantiene como uno de los impactos más relevantes, reflejando la descomposición anaeróbica de materia orgánica que libera compuestos volátiles como sulfuro de hidrógeno, metano y amoníaco, deteriorando la calidad del aire local.

Otro impacto que ahora se ubica dentro del rango severo es la afectación de la calidad de vida de la población ($I=-60$), causada por la generación de enfermedades debido a la exposición a aguas residuales y olores ofensivos. Este resultado refleja no solo una problemática sanitaria directa, sino también una creciente preocupación por las condiciones de salubridad y bienestar en las comunidades afectadas. De igual modo, el impacto sobre la salud de las personas ($I=-60$), producto de la misma exposición, se confirma como un riesgo crítico para la población local, reforzando la necesidad de intervenciones urgentes en el tratamiento de aguas residuales. El impacto al paisaje visual alcanza un valor severo, alcanza un valor severo ($I=-60$) debido a la descarga directa de aguas residuales. Este cambio evidencia un deterioro notorio en la estética ambiental del entorno, que afecta no solo la percepción de la calidad ambiental, sino también posibles usos recreativos o turísticos de la zona.

Por otro lado, el impacto sobre los recursos naturales del territorio, también valorado como severo ($I=-60$), muestra cómo la contaminación hídrica se propaga hacia otros compartimientos del ecosistema, comprometiendo su funcionalidad. La presencia de temores en la comunidad frente a esta situación ($I=-60$) se reafirma como una preocupación social legítima, anclada en la experiencia directa de deterioro ambiental.

La erosión del suelo mantiene valores de importancia moderada ($I=-28$) en varias actividades, como la descarga de efluentes, la actividad ganadera, y el riego con aguas residuales. Este impacto se ve agravado por la saturación hídrica del suelo, que altera su estructura, disminuye su capacidad de infiltración y promueve la pérdida de capa fértil.

Entre los impactos categorizados como leves ($I=-15,-25$) se encuentran aquellos relacionados con la migración de especies ($I=-15$), afectación cultural, cambios en la organización social. Aunque no representan una afectación crítica individualmente, en conjunto suman al deterioro ambiental acumulativo. En particular, la migración de fauna sugiere una alteración del hábitat y una pérdida de equilibrio ecológico (Maigua Taipe et al., 2025). Finalmente, se mantiene que las únicas valoraciones positivas ($I=+18$) corresponden a beneficios económicos de tipo local, como el empleo o el ingreso familiar derivados de actividades agropecuarias. Si bien estos aspectos son deseables desde la perspectiva social, también conviven con una carga ambiental significativa.

El análisis integral de la matriz evidencia un patrón de impactos acumulativos donde la deficiencia en el tratamiento de aguas residuales actúa como factor desencadenante de una cascada de efectos ambientales y sociales. La interconexión entre los diferentes componentes del sistema socioambiental amplifica los efectos individuales, generando un estado de deterioro integral que compromete la sostenibilidad del área de estudio y requiere intervenciones integrales para su mitigación y control.

5.3. Discusión de resultados

Los resultados analíticos del efluente de las aguas residuales en el fundo Betania revelan una degradación extrema de la calidad del agua que supera drásticamente los niveles reportados en estudios similares a nivel nacional e internacional. El pH de 4.59 registrado establece condiciones de acidez severa que exceden incluso los valores más críticos documentados por Moyano et al. (2021) en Colombia, quienes reportaron niveles alarmantes de contaminación urbana pero dentro de rangos de pH cercanos a la neutralidad. Esta acidificación extrema del efluente de Betania indica un proceso de degradación anaeróbica avanzada que, según Metcalf & Eddy (2014), inhibe completamente la actividad microbiana

benéfica y genera condiciones incompatibles con cualquier forma de vida acuática. La comparación con los antecedentes locales de Alvites Rodríguez (2018), quien caracterizó las aguas residuales de Cajamarca con valores de pH dentro de rangos aceptables, evidencia que el colapso funcional de la PTAR desde 2008 ha provocado una acidificación progresiva del sistema que trasciende los patrones típicos de aguas residuales urbanas sin tratamiento.

La concentración de sólidos suspendidos totales (628.0 mg/L) presenta valores que cuadruplican los límites normativos y superan significativamente las concentraciones reportadas por Beltrán y Rodríguez (2020) en el río Guavio (174 mg/L), esta elevada carga de material particulado puede deberse a un proceso de acumulación sedimentaria que, genera efectos cascada críticos en los ecosistemas receptores. La comparación con los valores reportados por Córdova & Peña (2023) en el río Huallaga, donde los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron dentro de rangos relativamente controlados, demuestra que la ausencia prolongada de tratamiento en Betania ha generado una degradación exponencial de la calidad del efluente que excede los patrones observados en vertimientos directos de aguas residuales domésticas.

Los valores de DBO₅ (2565.0 mg/L) y DQO (4250.0 mg/L) representan concentraciones que superan entre 6 a 10 veces los valores más altos reportados en la literatura consultada, incluyendo los estudios de Moyano et al. (2021) que documentaron DQO de hasta 1500 mg/L en aguas servidas urbanas sin tratamiento. Esta carga orgánica extrema, con una relación DQO/DBO₅ de 1.66, indica la presencia de materia orgánica altamente biodegradable en condiciones anaeróbicas, situación que contrasta con los hallazgos de Chen et al. (2021) en plantas de tratamiento operativas donde los efluentes tratados mantenían cargas orgánicas residuales controladas. La magnitud de estos parámetros sugiere que el colapso de la infraestructura de tratamiento ha convertido el sistema en un

reactor anaeróbico no controlado, generando condiciones de fermentación continua que explican la severidad de los impactos ambientales y sociales documentados.

La concentración de aceites y grasas (184.3 mg/L) excede 9.2 veces el límite permisible y supera considerablemente los valores reportados por Beltrán y Rodríguez (2020) de 88 mg/L en vertimientos sin tratamiento, esta acumulación lipídica genera, la formación de películas superficiales impermeables que reducen la transferencia de oxígeno atmosférico hasta en un 40%, exacerbando las condiciones anóxicas del sistema. La comparación con los antecedentes de Alvites Rodríguez (2018), quien reportó 97.86 mg/L de aceites y grasas en aguas residuales frescas de Cajamarca, evidencia que el estancamiento prolongado del efluente en Betania ha concentrado estos compuestos mediante procesos de evaporación y acumulación, generando una matriz contaminante de características únicas en el contexto regional.

La aplicación de la Matriz de Conesa reveló una estructura de impactos que refleja la interconexión sistémica entre la degradación extrema de la calidad del agua y sus manifestaciones socioambientales, patrones que son consistentes con los reportados por Deb et al. (2021) en Bangladesh, donde la contaminación de cuerpos hídricos generó impactos sociales cascada que afectaron el 77.9% de la población usuaria. Los 14 impactos categorizados como severos ($I=-60$) en Betania concentran las afectaciones más críticas del sistema, siendo uno de los impactos de mayor importancia la alteración de la calidad del agua, resultado que corrobora los hallazgos fisicoquímicos extremos y es consistente con los patrones documentados por Corro & Ruiz (2024) en Huamachuco, donde las descargas de aguas residuales generaron alteraciones significativas en la calidad del recurso hídrico receptor.

La contaminación atmosférica por emisión de gases (I=-60) también figura como uno de los impactos más relevantes, fenómeno directamente correlacionado con los valores extremos de DBO₅ y DQO que favorecen procesos de descomposición anaeróbica intensiva. Los impactos sociales han alcanzado también niveles severos, particularmente en la afectación a la salud de las personas y en la calidad de vida poblacional, ambos derivados de la exposición continua a aguas residuales y gases nocivos. Esta correlación entre carga orgánica elevada y generación de gases malolientes, donde se establece que concentraciones de DBO₅ superiores a 1000 mg/L invariablemente generan condiciones anaeróbicas con producción de sulfuro de hidrógeno, metano y compuestos orgánicos volátiles (Cabrera Rudas & Mucha Casas, 2024). Los valores de DBO₅ registrados en Betania (2565.0 mg/L) exceden por más del doble este umbral crítico, explicando la intensidad de las molestias olfativas reportadas por la población local y validando los hallazgos de percepción social obtenidos mediante la escala Likert. La proliferación de vectores documentada mediante los cuestionarios aplicados encuentra explicación en las condiciones fisicoquímicas extremas del efluente, particularmente en los altos contenidos de materia orgánica (DBO₅: 2565.0 mg/L) que proporcionan sustratos ideales para el desarrollo de insectos vectores y roedores. Esta situación es consistente con los hallazgos de Deb et al. (2021), quien documentó incrementos en enfermedades transmitidas por vectores en poblaciones expuestas a contaminación hídrica severa. Las enfermedades respiratorias, gastrointestinales y cutáneas reportadas por la población de Betania mantienen correlación directa con los compuestos volátiles generados por la descomposición anaeróbica y con el potencial de contacto dérmico con aguas de calidad extremadamente degradada. Un impacto que adquirió mayor relevancia es el paisaje visual, indica una percepción elevada del deterioro estético del entorno, que puede afectar tanto el bienestar emocional de los residentes como las posibilidades económicas ligadas al turismo o actividades recreativas. La comunidad también expresó temores fundamentados

frente al riesgo ambiental, lo que refuerza la lectura de un malestar generalizado por la degradación ambiental. Esta distribución es consistente con los patrones reportados por Deb et al. (2021), quienes documentaron que la contaminación hídrica generó reducciones en el uso del recurso del 77.9% al 50.26% de la población. Los resultados de la escala Likert aplicada en Betania, que evidenciaron alta incomodidad poblacional y abandono del uso del agua para actividades domésticas, mantienen consistencia con estos patrones internacionales de afectación social por contaminación hídrica.

De los 13 impactos moderados como la erosión del suelo ($I=-28$) se mantiene en esta categoría pudiendo deberse al riego con aguas residuales, el pisoteo del ganado y el vertimiento directo de efluentes. Este impacto se agrava por la saturación hídrica del suelo, que deteriora su estructura, disminuye la capacidad de infiltración y provoca pérdida de capa fértil (Arana Ayala, 2025).

Los 34 impactos categorizados como leves evidencian la naturaleza multidimensional del problema ambiental, donde cada componente del sistema socioecológico experimenta algún grado de afectación. Esta distribución de impactos es característica de sistemas ambientales complejos donde la perturbación de un componente central genera efectos cascada que se propagan a través de múltiples compartimientos ambientales y sociales. La experiencia documentada por Quispe Quispe (2021), quien logró reducir impactos ambientales en 21 puntos mediante la implementación de sistemas de tratamiento avanzados, sugiere que intervenciones tecnológicas apropiadas podrían generar mejoras sustanciales en el sistema Betania, aunque la magnitud del deterioro actual requeriría enfoques de remediación integral que trasciendan las tecnologías convencionales de tratamiento de aguas residuales.

Los resultados obtenidos evidencian que las aguas residuales presentes en el fundo Betania representa un caso extremo de degradación ambiental que trasciende los patrones típicos documentados en vertimientos de aguas residuales sin tratamiento. La comparación con los beneficios económicos cuantificados por Lucich Larrauri (2024) en Cajamarca y Cusco, donde el tratamiento adecuado de aguas residuales generó reducciones significativas en enfermedades como anemia, desnutrición crónica, enfermedades diarreicas e infecciones respiratorias agudas, contrasta dramáticamente con la situación de Betania, donde la ausencia de tratamiento durante 15 años ha generado condiciones que potencialmente amplifican estos riesgos sanitarios.

La severidad de los impactos identificados en Betania demanda estrategias de intervención que consideren tanto la remediación del sistema degradado como la prevención de impactos futuros. Los antecedentes de Chen et al. (2021) en China, donde plantas de tratamiento operativas aún generaban riesgos ambientales residuales por emisiones de gases de efecto invernadero y presencia de compuestos disruptores endocrinos, sugieren que incluso con tratamiento convencional se requieren enfoques tecnológicos avanzados para sistemas de alta carga contaminante como el documentado en Betania.

La propuesta de Niquén et al. (2021) de implementar equipos Tricanter y sistemas de desinfección con ozono o rayos UV podría representar una alternativa tecnológica viable para Betania, considerando que estos sistemas han demostrado eficacia en la reducción de contaminantes por debajo de los Límites Máximos Permisibles. Sin embargo, la acidez extrema del efluente (pH: 4.59) requeriría pretratamientos de neutralización que no han sido ampliamente documentados en los antecedentes consultados, sugiriendo la necesidad de desarrollar protocolos específicos para sistemas con características fisicoquímicas extremas.

La experiencia exitosa de Quispe Quispe (2021) con sistemas basados en homogenización, electrocoagulación y electrooxidación, que alcanzaron eficiencias superiores al 96.8%, representa un referente tecnológico prometedor para Betania, especialmente considerando que estos procesos son efectivos en la remoción de aceites y grasas, uno de los contaminantes más problemáticos identificados en el efluente. La viabilidad económica demostrada en ese estudio, con Tasa Interna de Retorno (TIR) superior al 19% y relación Costo/Beneficio (B/C) de 1.34, sugiere que inversiones en tecnologías avanzadas podrían ser económicamente sostenibles en el contexto de Betania, especialmente si se consideran los beneficios sociales y ambientales de largo plazo documentados por Lucich Larrauri (2024).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se corroboró que las aguas residuales del efluente en el fundo Betania, presentan características fisicoquímicas y microbiológicas que generan impactos socioambientales negativos en la zona. Estos análisis demuestran una calidad del agua extremadamente degradada que excede drásticamente los límites máximos permisibles del D.S. N° 003-2010-MINAM y generan 65 impactos socioambientales, de los cuales 61 son negativos (14 severos, 13 moderados). Demostrando que la degradación extrema del efluente afecta integralmente la salud pública, el medio ambiente y la calidad de vida en la zona.
- Se determinó que ningún parámetro fisicoquímico o microbiológico cumple con los LMP, excepto la temperatura (18.72 °C). Se evidencia condiciones críticas de contaminación con pH de 4.59 (acidez severa), sólidos suspendidos totales de 628.0 mg/L (4.2 veces el límite normativo), DBO₅ de 2565.0 mg/L (25.6 veces el límite), DQO de 4250.0 mg O₂/L (21.3 veces el límite), coliformes fecales que indica contaminación severa aceites y grasas de 184.3 mg/L (9.2 veces el límite), configurando un efluente de calidad inaceptable con alta carga orgánica biodegradable en condiciones anaeróbicas que representa un riesgo ambiental y sanitario crítico, clasificándose como agua residual cruda que requiere tratamiento inmediato y especializado antes de cualquier disposición final o aprovechamiento.
- En los impactos a la salud, el 90% de los pobladores reportó afectaciones significativas a su salud: enfermedades gastrointestinales (55%) y dermatológicas (40%), vinculadas con los coliformes fecales presentes en el agua y la proliferación de vectores (65%). Los problemas respiratorios (40%) y olores fuertes (75%), se asocian con la emisión de

gases tóxicos, (identificados en la Matriz Conesa como impacto severo)

correlacionados con la elevada carga de DQO y DBO₅.

- Referente a los impactos ambientales, la Matriz de Conesa permitió clasificar 14 impactos severos (22%) como la alteración de la calidad del agua, impulsada por los elevados niveles de DBO (2565 mg/L) y DQO (4250 mg/L) que además generan emisión de gases tóxicos y el deterioro del paisaje, de los 13 impactos negativos moderados (20%) como la erosión de los suelos asociada a la infiltración de contaminantes por SST y 34 impactos leves (52%), como la migración de especies, por la pérdida de hábitats y cambio en las cadenas tróficas locales.

Recomendaciones

- Se recomienda a la Universidad Nacional de Cajamarca promover investigaciones multidisciplinarias que profundicen en: a) los efectos crónicos en la salud de los pobladores b) diseñar soluciones técnicas adaptadas, articulando actores claves bajo un modelo de gobernanza colaborativa que considere los hallazgos de este estudio como insumo para la toma de decisiones en políticas de saneamiento básico y salud ambiental.

REFERENCIAS

- Alvites Rodriguez, E. I. (2018). *Caracterización de las aguas residuales de la ciudad de Cajamarca y su propuesta de tratamiento en la zona del fundo Betania*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2043>
- Arana Ayala, A. A. (2025). *Efectos del drenaje agrícola en la conservación del suelo y la prevención de la erosión* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo].
<https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/18192/E-UTB-FACIAG-AGRON-000222.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bajpai, P. (2018). Capítulo 15 - Impacto ambiental. *Manual de pulpa y papel de Biermann (tercera edición)*, 2, 325-348.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128142387000155>
- Beltrán, B. D., & Rodríguez, Y. M. (2020). *Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales del casco urbano del*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD].
<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/38779/3/ymrodriguezu.pdf>
- Cabrera Rudas, J., & Mucha Casas, L. L. (2024). *Degradación de materia orgánica contenida en aguas residuales de la industria lactea artesanal mediante el proceso de oxidación foto-fenton modificado Circumneutro* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10673/T010_71488598_T%20-%20T010_74249666_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Carrillo-Barahona, W. E., Loor-Lalvay, X. A., Negrete-Costales, J. H., Riera-Guachichullca, E. J., & Osorio-Rivera, M. A. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del conocimiento*, 6(3), 228-245. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Scielo*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Chen, Z., Wang, D., Dao, G., Shia, Q., Yu, T., Guo, F., & Wu, G. (2021). Impacto ambiental de los efluentes que se descargan de plantas de tratamiento de aguas residuales a gran escala evaluado mediante un enfoque híbrido difuso. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 790(148212). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721032836>
- Conesa Fernández, V. (1993). *Guia metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-prensa. <https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archivo1.5036.pdf>
- Cordova, J., & Peña, K. (2023). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos y biológicos de las Aguas Residuales domésticas de los vertimientos al río Huallaga en la zona urbana de Huariaca de la Provincia y Región Pasco 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/3808/1/T026_71070641_T.pdf
- Corro, L. C., & Ruiz, Y. S. (2024). *Vertimiento de aguas residuales domésticas y su impacto socio ambiental en la fuente hídrica del río Grande - Huamachuco 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo].

<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/314c509a-5569-4178-89a8-b50bf4fe1e00/content>

De la Cruz Capani, E. (2023). *Modelo de tratamiento de aguas residuales mediante humedal con macrofitas flotantes en el distrito de pucara* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro Del Perú].

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10043/T010_46715424_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Deb, J., Schneider, P., Dudayev, Z., Emon, A., Scholastica, S., & Mojibul, M. (2021).

Percepciones de la contaminación urbana en comunidades rurales dependientes de ríos y su impacto: un estudio de caso en Bangladesh. *Sostenibilidad*, 13(24).

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/24/13959>

Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM. (2010, 17 de marzo). *Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

Díaz Díaz, D. R. (2019). *Caracterización e impacto de la descarga de aguas residuales vertidas en el río San Lucas zona urbana de Cajamarca*. [Tesis de pregrado,

Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22177>

Díaz Villegas, A. (2024). *La falta de planta de tratamiento de aguas residuales ha generado un problema ambiental y sanitario en Cajamarca*. Red de comunicación digital :

<https://www.rcrperu.com/la-falta-de-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-ha-generado-un-problema-ambiental-y-sanitario-en-cajamarca/>

Estada Abanto, L. M., & Macahuachi Rojas, D. E. (2023). *Análisis del comportamiento espacial de la concentración de clorofila-A, sólidos suspendidos totales y*

transparencia en la laguna Yarinacocha con imágenes satelitales, Ucayali 2022

[Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali].

<https://repositorio.unu.edu.pe/bitstreams/e0322207-cd48-46ae-96e1-c2d3628faf54/download>

Gobierno de México. (2023). *Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental*.

<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>

González Andrade, R. (2023). El Método Hipotético Deductivo de Karl Popper en los Estudiantes de la Educación Básica Regular en Perú.

<https://revistas.unife.edu.pe/index.php/educacion/article/view/3045/3386>

Google Earth. (2023). Fundo Betania, Cajamarca, Perú [Imagen satelital]. Google.

<https://earth.google.com>

Gutiérrez, J. L., & Sanchez, L. A. (2009). *Impacto ambiental*. ULADECH.

https://files.uladech.edu.pe/docente/17817631/mads/Sesion_1/Temas%20sobre%20medio%20ambiente%20y%20desarrollo%20sostenible%20ULADECH/14._Impacto_ambiental_lectura_2009_.pdf

Hamui Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación educ. médica*, 2(8).

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400006

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*.

McGRAW-HILL. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

- Larios, F., González, C., & Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber y Hacer*, 2(2).
<https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>
- Larrea, J. A., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34.
<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- Liberta Bonilla, B. E. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto. *Acimed*, 15(3). <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v15n3/aci08307.pdf>
- Lucich Larrauri, I. M. (2024). *Impacto en la salud pública y beneficios económicos del tratamiento de aguas residuales: Análisis de los casos de las PTAR Cusco y Cajamarca*.
https://www.investinperu.pe/RepositorioAPS/0/1/JER/DOCUMENTO_TRABAJO4/analisis-de-los-casos-ptars-cusco-cajamarca.pdf
- Marroquin Peña, R. (2013). *Metodología de la investigación*.
<https://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESION-4-METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf>
- Mayhua, Y., & Quiroz, U. (2024). Pretratamiento oxidativo de aguas residuales con carga orgánica procedentes de la ultrafiltración aplicada para fabricar leche deslactosada. *Tecsup*.
- Medina Herrero, P. (2025). *México actualiza su normativa sobre aguas residuales pero deja vacíos que amenazan a los arrecifes de coral*. MONGABAY:
<https://es.mongabay.com/2025/05/mexico-actualiza-normativa-aguas-residuales-vacios-amenazan-arrecifes-coral/>

- Metcalf, & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th Edition ed.).
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2021). *Plan Nacional de Saneamiento 2022 - 2026*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2648833/PLAN_NACIONAL_DE_SANEAMIENTO_web.pdf.pdf
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2022). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM*. El Peruano. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf
- Montalvo Santiago, R. (2013). *Remoción de aceite en aguas residuales de refinación del petróleo mediante adición de reactivos químicos y separación por flotación natural o con aire disuelto*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6145/Tesis.pdf?sequence=1>
- Moyano, Á. J., Cuadros, F. D., Pabón, A. M., & Trujillo, J. V. (2021). Impacto ambiental del vertimiento de aguas servidas en aglomerados urbanos ilegales del municipio de Villavicencio, Colombia. *Tecnura*, 25(68), 43-62.
<http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v25n68/0123-921X-tecn-25-68-43.pdf>
- Niquén, M. I., Vasquez, A. C., Hinojosa, Y. A., & German, A. G. (2021). Impactos ambientales generados por vertimiento de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes - Perú. *RECIAMUC*, 5(3), 222-232.
https://www.researchgate.net/publication/355517682_Impactos_ambientales_generados_por_vertimiento_de_aguas_residuales_urbanas_de_la_ciudad_de_Tumbes_-_Peru

Núñez-Figueroa, M., & Gonzales-Vasquez, W. (2021). Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes en una planta de tratamiento de agua potable: Efficiency of the chlorination process in the elimination of thermotolerant coliforms in a drinking water treatment plant. *Revista Ciencia Norandina*, 4(2), 70-76.

Ocaña Lescano, J. M. (2016). *Evaluación ambiental y social al centro de faenamiento tena, mediante la aplicación de la matriz de leopold para proponer un plan de manejo ambiental*. [Tesis de gradon Universidad Nacional de Loja].
<https://dspace.unl.edu.ec/items/d0fc61ce-d748-491f-9aab-2d3ae1115125>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2024). *Progress on Wastewater Treatment – 2024 Update*. https://www.unwater.org/publications/progress-wastewater-treatment-2024-update?utm_source=chatgpt.com

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2017). *Prevención y reducción de la generación de aguas residuales y de las cargas de contaminación en la fuente*.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247681_spa

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2023). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023: alianzas y cooperación por el agua ; datos, cifras y ejemplos de acción*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384659_spa

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2024). *Sanitation*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation?utm_source=chatgpt.com

Osorio, M. A., Carrillo, W. E., Negrete, J. H., Loor, X. A., & Riera, E. J. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Pol. Con.*, 6(3), 228-245.

Pilamunga Hurtado, W. J., & Toro Apolo, E. C. (2024). *Evaluación de la incidencia del oxígeno disuelto en la concentración de nutrientes en el Río Pachanlica de la provincia de Tungurahua*. [Trabajo de Integración Curricular, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/f35a564e-7a79-4188-b249-3adb6114cbe5/content>

Ponte Huaman, R. A. P., & Salazar Prado, A. S. (2022). *Estudio de calidad microbiológica del agua en coliformes totales y termotolerantes de los ríos de Cajamarca, por revisión sistemática, entre los años 2016-2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31598/Ponte%20Huaman%20Rosa%20Angelica%20-%20Prado%20Salazar%20Aurora%20Stefany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quispe Quispe, L. M. (2021). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental en la empresa multiservicios Astolingón SAC*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4057>

Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71-80.

<https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2014). *Aguas residuales*.

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_3.html

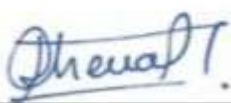
Sistemas de Información Regional. (2020). *Aguas Residuales en la región Cajamarca*.

<https://siar.regioncajamarca.gob.pe/contenido/aguas-residuales-region-cajamarca>

- Taipe, L. M. M., Ocapana, M. C. A., Sinailín, O. L. I., Suárez, F. E. R., Sanmartín, B. N. L., & Chiriboga, S. J. M. (2025). Impacto del cambio climático en la biodiversidad de ecosistemas terrestres. *South Florida Journal of Development*, 6(4), e5143-e5143. <https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/5143>
- Terrel, E. (2023). *Cajamarca invertirá S/ 261 millones para nueva planta de tratamiento de aguas residuales*. Perú Construye: <https://peruconstruye.net/2023/08/15/cajamarca-planta-tratamiento-aguas-residuales/>
- Universidad Complutense de Madrid [UCM]. (2022). *Descripción de indicadores*. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-Temperatura%20f26.pdf>
- Vanclay, F. (2015). *Evaluación de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales de proyectos*. <https://www.iaia.org/uploads/pdf/Evaluacion-Impacto-Social-Lineamientos.pdf>
- Vera, J. A., & Caicedo, P. (s.f.). El Impacto Ambiental Negativo y su Evaluación Antes, Durante y Después del Desarrollo de Actividades Productivas. *Derecho & Sociedad*.
- Villaca Ccallo, J. V. (2025). evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas del Río Ilave, Provincia de el Collao - 2024 [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos]. https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/1314/Juan_Vizney_VILLACA_CCALLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 35(2), 304-308.

ANEXOS

Anexo 1. Fichas de validación del cuestionario por los expertos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO						
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS							
FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS							
I. DATOS GENERALES							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Azucena Chávez Collantes 1.2 Grado académico: Doctor en Ciencias, mención Gestión Ambiental y Recursos Naturales 1.3 Cargo e institución donde labora: Docente universitario UNC 1.4 Título de la investigación: Aguas residuales urbanas del effluente en el fundo Betania y su impacto socioambiental, Cajamarca 2023 1.5 Autor del instrumento: Diana Lorena Murga Saldaña 1.6 Nombre del instrumento: Cuestionario / Encuesta 1.7 Criterios de aplicabilidad: 1) De 01 a 10 (no válido, reformular) 2) De 11 a 20 (No válido, modificar) 3) De 21 a 30 (válido, mejorar) 4) De 31 a 40 (Válido, precisar) 5) De x41 a 50 (válido, aplicar)							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">1. Muy poco</td> <td style="width: 20%;">2. Poco</td> <td style="width: 20%;">3. Regular</td> <td style="width: 20%;">4. Aceptable</td> <td style="width: 20%;">5. Muy aceptable</td> </tr> </table>			1. Muy poco	2. Poco	3. Regular	4. Aceptable	5. Muy aceptable
1. Muy poco	2. Poco	3. Regular	4. Aceptable	5. Muy aceptable			
II. ASPECTOS A EVALUAR							
INDICADORES	CRITERIOS	Puntuación					
1. CLARIDAD	Está formulado el instrumento con un lenguaje apropiado	1 2 3 4 5					
2. OBJETIVIDAD	El instrumento evidencia recojo de conducta observables.	1 2 3 4 5					
3. ACTUALIDAD	El instrumento se adecúa al avance de la ciencia y tecnología.	1 2 3 4 5					
4. ORGANIZACIÓN	El instrumento tiene una organización lógica.	1 2 3 4 5					
5. SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad y calidad las proposiciones que conforman el instrumento.	1 2 3 4 5					
6. INTENCIONALISMO	Adecuado para valorar los aspectos del estudio.	1 2 3 4 5					
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico de las ciencias sociales.	1 2 3 4 5					
8. COHERENCIA	Hay coherencia entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.	1 2 3 4 5					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.	1 2 3 4 5					
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías	1 2 3 4 5					
Sub Total		50					
Total		50					
PROMEDIO DE VALORACIÓN: cincuenta (50) OPINIÓN DE APLICABILIDAD: VÁLIDA PARA APLICAR							
Cajamarca, 23 de noviembre del 2023.							
 Azucena Chávez Collantes CIP N° 203685							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y nombres del experto:** Julio César Alcalde Giove
- 1.2 **Grado académico:** Doctor en Ciencias
- 1.3 **Cargo e institución donde labora:** Docente universitario UNC
- 1.4 **Título de la investigación:** Aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y su impacto socioambiental, Cajamarca 2023
- 1.5 **Autor del instrumento:** Diana Lorena Murga Saldaña
- 1.6 **Nombre del instrumento:** Encuesta
- 1.7 **Criterios de aplicabilidad:**

1) De 01 a 10 (no válido, reformular)	2) De 11 a 20 (No válido, modificar)
3) De 21 a 30 (válido, mejorar)	4) De 31 a 40 (Válido, precisar)
5) De 41 a 50 (válido, aplicar)	

1. Muy poco	2. Poco	3. Regular	4. Aceptable	5. Muy aceptable
-------------	---------	------------	--------------	------------------

II. ASPECTOS A EVALUAR

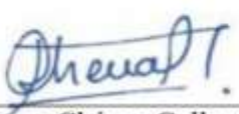
INDICADORES	CRITERIOS	Puntuación				
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado el instrumento con un lenguaje apropiado				X	
2. OBJETIVIDAD	El instrumento evidencia recojo de conducta observables.				X	
3. ACTUALIDAD	El instrumento se adecúa al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4. ORGANIZACIÓN	El instrumento tiene una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad y calidad las proposiciones que conforman el instrumento.				X	
6. INTENCIONALISMO	Adecuado para valorar los aspectos del estudio.				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico de las ciencias sociales.			X		
8. COHERENCIA	Hay coherencia entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías				X	
Sub Total				4	28	10
Total					42	

PROMEDIO DE VALORACIÓN:
OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Cuarenta y dos (42)
VÁLIDA PARA APLICAR

Cajamarca, 23 de noviembre del 2023.

Anexo 2. Fichas de validación matriz Conesa por los expertos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO	
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS		
FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS		
I. DATOS GENERALES		
1.1	1.1 Apellidos y nombres del experto: Azucena Chávez Collantes	
1.2	1.2 Grado académico: Doctor en Ciencias, mención Gestión Ambiental y Recursos Naturales	
1.3	1.3 Cargo e institución donde labora: Docente universitario UNC	
1.4	1.4 Título de la investigación: Aguas residuales urbanas del efluente en el fundo Betania y su impacto socioambiental, Cajamarca 2023	
1.5	1.5 Autor del instrumento: Diana Lorena Murga Saldaña	
1.6	1.6 Nombre del instrumento: Matriz de CONESA	
1.7	1.7 Criterios de aplicabilidad:	
	1) De 01 a 10 (no válido, reformular)	2) De 11 a 20 (No válido, modificar)
	3) De 21 a 30 (válido, mejorar)	4) De 31 a 40 (Válido, precisar)
	5) De x41 a 50 (válido, aplicar)	
	1. Muy poco	2. Poco
	3. Regular	4. Aceptable
	5. Muy aceptable	
II. ASPECTOS A EVALUAR		
INDICADORES	CRITERIOS	Puntuación
		1 2 3 4 5
1. CLARIDAD	Está formulado el instrumento con un lenguaje apropiado	x
2. OBJETIVIDAD	El instrumento evidencia recojo de conducta observables.	x
3. ACTUALIDAD	El instrumento se adecúa al avance de la ciencia y tecnología.	x
4. ORGANIZACIÓN	El instrumento tiene una organización lógica.	x
5. SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad y calidad las proposiciones que conforman el instrumento.	x
6. INTENCIONALISMO	Adecuado para valorar los aspectos del estudio.	x
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico de las ciencias sociales.	x
8. COHERENCIA	Hay coherencia entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.	x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.	x
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías	x
Sub Total		50
Total		50
PROMEDIO DE VALORACIÓN: Cincuenta (50) OPINIÓN DE APLICABILIDAD: VÁLIDA PARA APLICAR		
Cajamarca, 23 de noviembre del 2023.		
 Azucena Chávez Collantes CIP N° 203685		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y nombres del experto:** Julio César Alcalde Giove
- 1.2 **Grado académico:** Doctor en Ciencias
- 1.3 **Cargo e institución donde labora:** Docente universitario UNC
- 1.4 **Título de la investigación:** Aguas residuales urbanas del effluente en el fundo Betania y su impacto socioambiental, Cajamarca 2023
- 1.5 **Autor del instrumento:** Diana Lorena Murga Saldaña
- 1.6 **Nombre del instrumento:** Matriz de CONESA
- 1.7 **Criterios de aplicabilidad:**
 - 1) De 01 a 10 (no válido, reformular)
 - 2) De 11 a 20 (No válido, modificar)
 - 3) De 21 a 30 (válido, mejorar)
 - 4) De 31 a 40 (Válido, precisar)
 - 5) De x41 a 50 (válido, aplicar)

1. Muy poco	2. Poco	3. Regular	4. Aceptable	5. Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	-------------------------

II. ASPECTOS A EVALUAR

INDICADORES	CRITERIOS	Puntuación				
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado el instrumento con un lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	El instrumento evidencia recojo de conducta observables.					X
3. ACTUALIDAD	El instrumento se adecúa al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	El instrumento tiene una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad y calidad las proposiciones que conforman el instrumento.					X
6. INTENCIONALISMO	Adecuado para valorar los aspectos del estudio.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico de las ciencias sociales.			X		
8. COHERENCIA	Hay coherencia entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías					X
Sub Total				4		45
Total					49	

PROMEDIO DE VALORACIÓN:
OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Cuarenta y nueve (49)
VÁLIDA PARA APLICAR

Cajamarca, 23 de noviembre del 2023.

Anexo 3. Resultados de los análisis de laboratorio



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231533

DATOS DEL CLIENTE			
Razon Social/Nombre	DIANA LORENA MURGA SALDAÑA		
Dirección	-		
Persona de contacto	DIANA LORENA MURGA SALDAÑA	Correo electrónico	dmurgas14@unc.edu.pe

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	29.11.23	Hora de Muestreo	11:57
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	01		
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Cajamarca- Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO			
N° Contrato	SC-1537	Cadena de Custodia	CC - 1533 - 23
Fecha y Hora de Recepción	29.11.23	12:45	Inicio de Ensayo 29.11.23 12:52
Reporte Resultado	12.12.23	17:05	



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO
Edder Miguel PAU 35433714-168 act
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 12/12/2023 06:02 p. m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 12 de Diciembre de 2023

DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/AL. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FON: 589000 anexo 1340

Página: 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231533

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	Efluente PTAR		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231533-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Residual		-	-	-	-	-	-
Descripción	Municipal		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
pH a 25°C	pH	NA	4.59	-	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	628.0	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	2565.0	-	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	4250.0	-	-	-	-	-
Aceites y Grasas	mg/L	1.7	184.3	-	-	-	-	-
(t) Temperatura (T°)	°C	N.A.	18.72	-	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por:
LOPEZ LEON Pedy Humberto
PAU 35453744100 cdf
Motivo: Voto en señal de
conformidad
Fecha: 12/12/2023 06:53 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 12 de Diciembre de 2023

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@lragu@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio@lragu@inacal.com FONOS: 398 000 ext: 1145

Página: 2 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231533

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	Efuerite PTAR		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231533-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Residual		-	-	-	-	-	-
Descripción	Municipal		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	35 x 10 ⁵	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1, significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Firmado digitalmente por
ZUAUETA SANTA CRUZ Elver
PAU 20403744108 x06
Motivo: Visto en señal de
autorización
Fecha: 12/12/2023 06:50 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 12 de Diciembre de 2023

Dr. LUIS ALBERTO SANCHEZ S.M. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe / laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe FONO: 509 090 4444-1340.

Página: 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231533

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value: Electrometric Method
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 24 th Ed. 2023: Solids: Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010: n-Hexane Extractable Material by Extraction and Gravimetry
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24 th Ed. 2023: Temperature: Laboratory and Field Methods
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group: Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perechibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 12 de Diciembre de 2023


Firmado digitalmente por
COLINA VIDAL GARCIA Juan Jose
FNU 20453744 188 1001
Motivo: Vivo en señal de
conformidad
Fecha: 12/12/2023 06:59 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

INFORME DE INTERPRETACIÓN

IE 11231533

Usuario: DIANA LORENA MURGA SALDAÑA
Localización: -

ENSAYOS			MUESTRAS					NORMATIVA
Parámetro	Unidad	LCM	Efluente PTAR	-	-	-	-	DS N° 003-2010-MINAM
pH a 25°C	pH	N/A	4.59	-	-	-	-	6.5 - 8.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	628.0	-	-	-	-	150.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	2545.0	-	-	-	-	100.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	4250.0	-	-	-	-	200.00
Aceites y Grasas	mg/L	1.7	184.3	-	-	-	-	20.00
(°) Temperatura (T°)	°C	N/A	18.7	-	-	-	-	<35
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	35 x 10 ⁶	-	-	-	-	10000.00

INTERPRETACIÓN

- De los resultados de la muestra Efluente PTAR, los parámetros resaltados se encuentran fuera del límite establecido, según DS N° 003-2010-MINAM (Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales).

Nota: N.A.- No Aplica



Cajamarca, 12 de Diciembre de 2023

Anexo 4. Galería fotográfica

Efluente de aguas residuales en la ciudad de Cajamarca



Toma de muestras del efluente de aguas residuales



Toma de muestras para envío a laboratorio



Aplicación de encuestas



Aplicación de encuestas

