



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Calidad del agua de la Laguna Sauce y su relación con la salud de
la población, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTOR:

Pinedo Curi, Daniel Alejandro (orcid.org/0000-0002-8636-8521)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Sanchez, Luis Alberto (orcid.org/0000-0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Gestión Ambiental

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

"A las personas que han sido la fuente constante de apoyo, inspiración y amor a lo largo de mi viaje académico. A mis queridos padres, quienes desde el primer día me inculcaron el valor de la educación y me alentaron a perseguir mis sueños con pasión y determinación, les agradezco de todo corazón. Sin su sacrificio y amor incondicional, este logro no habría sido posible.

A mis hermanos, quienes siempre estuvieron a mi lado, brindándome ánimo y comprensión, les agradezco por ser mi apoyo constante. Su aliento inquebrantable me impulsó a superar los desafíos y a mantener mi determinación.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor, Dr. Luis Ordoñez, cuya dedicación, experiencia y exigencia han sido fundamentales en la realización de este trabajo. A pesar de los desafíos, su orientación constante y su sabiduría académica han sido invaluable.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Calidad del agua de la laguna Sauce y su relación con la salud de la población, 2023

", cuyo autor es PINEDO CURI DANIEL ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TARAPOTO, 11 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO DNI: 00844670 ORCID: 0000-0003-3860-4224	Firmado electrónicamente por: LORDONEZS el 11- 12-2023 08:59:06

Código documento Trilce: TRI - 0691754



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, PINEDO CURI DANIEL ALEJANDRO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Calidad del agua de la laguna Sauce y su relación con la salud de la población, 2023

", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
PINEDO CURI DANIEL ALEJANDRO DNI: 73339818 ORCID: 0000-0002-8636-8521	Firmado electrónicamente por: DPINEDOCU el 20-12- 2023 23:43:22

Código documento Trilce: INV - 1515128

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	15
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestrea, muestreo, unidad de análisis	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	31
3.7. Aspectos éticos	31
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN	64
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	pH de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	32
Tabla 2:	T° de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	33
Tabla 3:	SST de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	34
Tabla 4:	Correlación de Spearman entre parámetros físicos del agua y estado de salud	35
Tabla 5:	Enfermedades humanas relacionadas a las características físicas del agua de la laguna Sauce, 2023	36
Tabla 6:	Fósforo total existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	37
Tabla 7:	Nitrógeno total existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	38
Tabla 8:	Demanda Química de Oxígeno existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	39
Tabla 9:	Demanda Bioquímica de Oxígeno existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	40
Tabla 10:	Cobre existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	41
Tabla 11:	Oxígeno Disuelto existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	42
Tabla 12:	Cromo existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	43
Tabla 13:	Aceites y grasas existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	44
Tabla 14:	Zinc existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	45
Tabla 15:	Correlación de Spearman entre parámetros químicos del agua y estado de salud.	46
Tabla 16:	Enfermedades humanas relacionadas a las características Químicas del agua de la laguna Sauce, 2023	47
Tabla 17:	Coliformes totales existente (NMP/100 ml) de la orilla junto a la ciudad,	49

centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

Tabla 18:	Coliformes termotolerantes existente (NMP/100 ml) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	50
Tabla 19:	Escherichia coli existente (NMP/100 ml) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023	51
Tabla 20:	Estado de salud de la población y características microbiológicas del agua	52
Tabla 21:	Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023	53
Tabla 22:	Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023	55
Tabla 23:	Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023	56
Tabla 24:	Estado de salud de la población	57
Tabla 25:	Calidad del agua de la laguna Sauce	58
Tabla 26:	Calidad de Salud de la población de Sauce	59
Tabla 27:	Prueba de normalidad	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Puntos de monitoreo de la calidad de agua	25
Figura 2:	Parámetros físicos con el uso del Multiparámetro Hanna HI98196	26
Figura 3:	Monitoreo con equipo multiparámetro Hanna	26
Figura 4:	Registro de datos del GPS	27
Figura 5:	Preservación de muestras	27
Figura 6:	Preparación de reactivos para el análisis de parámetros químicos	28
Figura 7:	Pesando los medios de cultivo para el análisis de parámetros microbiológicos	29
Figura 8:	Muestras del agua de la laguna Sauce luego de ser auto clavadas para hacer la identificación de coliformes	29
Figura 9:	Encuesta a una pobladora	30
Figura 10:	Enfermedades humanas relacionadas a las características físicas del agua de la laguna Sauce, 2023	36
Figura 11:	Enfermedades humanas relacionadas a las características Químicas del agua de la laguna Sauce, 2023	48
Figura 12:	Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023	54
Figura 13:	Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023	55
Figura 14:	Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023	56
Figura 15:	Estado de salud de la población de la Laguna Sauce según la encuesta aplicada	57

RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo determinar la relación de la calidad del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023. La metodología fue de tipo básica con diseño no experimental, la muestra de 196 personas. Se consideró la aplicación de una encuesta que fue elaborada por el investigador, además, se realizó el análisis de los parámetros físicos como: pH, temperatura, SST; químicos como: fosforo total, nitrógeno total, DQO, DBO, Cromo, aceites y grasas, zinc; microbiológicos: e. coli, coliformes termotolerantes, coliformes totales. Se comparó los resultados con el ECA DS 004-2017-MINAM. Se aplicó la prueba de correlación de Spearman. Los resultados mostraron que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos si tuvieron una relación estadísticamente significativa con el estado de salud de la población, la percepción general de salud en la comunidad es variable. La mayoría de las personas si informan síntomas, podría sugerir que la laguna de Sauce si parece ser una fuente importante de enfermedades gastrointestinales en la población. Sin embargo, es crucial investigar más a fondo la calidad del agua y llevar a cabo análisis específicos

Palabras clave: Parámetros, físicos, químicos, microbiológicos, contaminación

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the relationship of the water quality of the Sauce lagoon with the health of the population, 2023. The methodology was basic with a non-experimental design, the sample of 196 people. The application of a survey that was prepared by the researcher was considered, in addition, the analysis of physical parameters was carried out such as: pH, temperature, TSS; chemicals such as: total phosphorus, total nitrogen, COD, BOD, Chromium, oils and fats, zinc; microbiological: e. coli, thermotolerant coliforms, total coliforms. The results were compared with the ECA DS004-2017-MINAM. The Spearman correlation test was applied. The results showed that the physical, chemical and microbiological parameters did have a statistically significant relationship with the health status of the population, the general perception of health in the community is variable. Most people reporting symptoms could suggest that Sauce Lagoon does appear to be a major source of gastrointestinal illness in the population. However, it is crucial to further investigate water quality and carry out specific analyzes

Keywords: Parameters, physical, chemical, microbiological, water pollution

I. INTRODUCCIÓN

Es fundamental destacar la importancia de la calidad del agua en el contexto de la salud pública ambiental (Mamun & An, 2022). Esto es válido no solo en lo que respecta al consumo humano, sino también en aplicaciones domésticas, agrícolas y recreativas. La optimización de los sistemas de suministro de agua, el saneamiento y la gestión sostenible de los recursos hídricos no solo tiene un impacto positivo en la salud de las poblaciones, sino que también desempeña un papel esencial en el fomento del desarrollo económico de las naciones y en la reducción significativa de la pobreza (Cano et al., 2021). La Agenda 2030 de las Naciones Unidas incluye el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 6, que busca garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos (Organización Panamericana de la Salud, 2022). La calidad del agua es esencial para la salud, la seguridad alimentaria y el bienestar ambiental; los problemas de calidad del agua, como la contaminación y la degradación de ecosistemas acuáticos, son desafíos globales que requieren una atención especial (Bojago et al., 2023). En diversas partes del mundo, existen insectos que habitan o se reproducen en el agua y actúan como portadores y transmisores de enfermedades, como el dengue. Estos insectos, conocidos como vectores, se crían en aguas no contaminadas y pueden reproducirse en recipientes y depósitos de agua utilizados para consumo humano en los hogares (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2023). Los criterios de calidad del agua ambiental para la salud humana tienen como objetivo proteger la salud humana (Liu et al., 2023). La exposición a agua contaminada y la falta de saneamiento adecuado son factores que contribuyen a la propagación de enfermedades como el cólera, diversas afecciones diarreicas, disentería, hepatitis A, fiebre tifoidea y poliomielitis. (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2023). La evaluación de la calidad del agua es un asunto crítico para comprender la salud de los ecosistemas y su impacto en la salud de la población (Chrea et al., 2023), (Mohammadpour et al., 2022), (Zhang et al., 2023). El estado de salud de los ecosistemas de laguna juega un papel crucial en la salud y el bienestar de la población circundante. Por lo tanto, la degradación de las lagunas y la pérdida de su calidad ambiental pueden tener un impacto directo en la salud de la población local. Por ejemplo, la

contaminación del agua puede dar lugar a la propagación de enfermedades relacionadas con el agua, y la disminución de la biodiversidad puede afectar la disponibilidad de alimentos y recursos naturales (Specchiulli et al., 2023), (Birawida et al., 2021), (Zaghloul et al., 2023). Por otro lado, a nivel nacional, la calidad es un aspecto crítico para la salud de la población. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), (2020), el tener acceso al agua mediante red pública no es garantía de que se asegure una calidad adecuada. Respecto a la calidad del agua, el aspecto más esencial reside en la gestión de los peligros desde su origen, y esto se vuelve aún más fundamental en situaciones como las que se presentan en Perú. Según el Ministerio de Salud, (2019) en San Martín el 11,7% tiene dificultad de acceso a agua potable, esta situación condiciona significativamente la calidad de vida y la salud de la población. La calidad del agua es fundamental, por ello el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), (2020) inició el primer monitoreo de calidad del agua superficial de la Laguna del Sauce, con la finalidad de determinar el estado situacional de la fuente natural de agua superficial. En esta primera etapa, fueron seis puntos de monitoreo de agua superficial de la mencionada laguna, muestra de fondo y una toma de muestra de medio, ubicados alrededor y medio de la laguna. El desarrollo de actividades antrópicas podría afectar la calidad del agua de la laguna pudiendo exponer a la población a riesgos para la salud, como enfermedades gastrointestinales, infecciones y otros problemas médicos. Dado que la calidad del agua puede tener un impacto directo en la salud de la población, es esencial evaluarla y comprender su relación con la salud pública, especialmente en áreas con limitaciones en el acceso a agua potable. En este contexto, se hace imperativo abordar la calidad del agua en la laguna azul y su posible influencia en la salud de la población. La laguna Sauce es una fuente de agua importante para la comunidad local y sus alrededores. Sin embargo, la falta de investigaciones exhaustivas sobre la calidad del agua en esta región plantea preocupaciones sobre la seguridad del suministro de agua para consumo humano y sus implicaciones en la salud de la población. La relación entre la calidad del agua de la laguna y la salud de la comunidad local es una cuestión que merece una atención prioritaria a nivel nacional. Además, las actividades

productivas, como la pesca y la agricultura, se ven afectadas negativamente por la mala calidad del agua, lo cual repercute en la economía local y en la calidad de vida de la población. Si no se toman medidas adecuadas para solucionar este problema, la contaminación continuará deteriorando la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos, lo que podría conducir a la extinción de diversas especies y a la pérdida de biodiversidad en la zona. Asimismo, la salud de la población seguirá viéndose afectada, con un incremento en la incidencia de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua. Dado el contexto explicado, se ha planteado como problema general: Cuál es la relación de la calidad del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023, con ello, se consideraron dos problemas específicos: Cuál es la relación entre las características físicas del agua de la laguna Sauce y la salud de la población, 2023, Cuál es la relación entre las características químicas del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023, Cuál es la relación entre las características biológicas del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023. También, metodológicamente, el estudio combina el análisis de los parámetros de calidad del agua mediante una guía de análisis documental a la población, lo que permite una evaluación más completa del problema. Además, la investigación puede arrojar luz sobre la relación entre la calidad del agua y los efectos en la salud, enriqueciendo la comprensión teórica de este fenómeno. Finalmente, de acuerdo con el tema del estudio, se plantea como su objetivo general: Determinar la relación de la calidad del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023. Adicionalmente, sus objetivos específicos son: Determinar la relación entre las características físicas de las aguas de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023; determinar la relación entre las características químicas de las aguas de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023; determinar la relación entre las características biológicas de las aguas de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023. Para ello es importante definir la hipótesis de investigación: La Calidad del agua de la laguna Sauce se relaciona significativamente con la salud de la población, 2023

II. MARCO TEÓRICO

Villanueva et al., (2021) este estudio evaluó los efectos ambientales y de salud relacionados con diferentes opciones de suministro de agua potable en Barcelona, España, mediante la aplicación de metodologías de Evaluación del Impacto en la Salud (HIA) y Evaluación del Ciclo de Vida (LCA). Se analizaron cuatro escenarios: 1) el suministro de agua actual, 2) un cambio total al agua del grifo, 3) agua embotellada y 4) agua del grifo filtrada. Se estimaron los impactos ambientales y la incidencia de cáncer de vejiga atribuible a la exposición al trihalometano (THM). Los resultados mostraron que el consumo generalizado de agua del grifo tenía el menor impacto ambiental, mientras que el uso de agua embotellada tenía el mayor impacto negativo en el medio ambiente. Además, se encontró que el uso de agua del grifo, ya sea embotellada o filtrada, estaba relacionado con un menor riesgo de cáncer de vejiga en comparación con el agua embotellada. En resumen, el estudio destacó la ventaja de la sostenibilidad al optar por el suministro público de agua sobre el agua embotellada en Barcelona, incluso considerando el riesgo de cáncer de vejiga relacionado con THM. Por su parte, Rodríguez-Alvarez et al. (2018) involucraron la revisión de los registros médicos del centro de salud en Vaqueros, Salta, Argentina, durante un período de ocho meses. Al mismo tiempo, se evaluó la presencia de *Escherichia coli* y quistes de *Giardiaspp.* en muestras de agua procedentes de cuatro fuentes diferentes. Aunque se identificó una correlación estadísticamente significativa entre la calidad del agua y la incidencia de casos de diarrea, se logró determinar mediante que uno de los sistemas de tratamiento de agua examinados ejerce un efecto protector contra los episodios de diarrea. Con respecto a los antecedentes nacionales, Gavidia Castillo et al., (2022) en su investigación comparó la variación de la calidad del agua de la cuenca del río Moche (La Libertad) utilizando el Índice de Calidad del Agua-Perú (ICA-PE), con base en los resultados de la Autoridad Nacional del Agua en época seca (2013-2018). La investigación fue descriptiva, con un diseño no experimental. En la metodología se seleccionaron 19 puntos de monitoreo, también se eligieron los parámetros que tuvieron mayor significancia de afectación y se

encontraban dentro del ICA-PE. Los datos fueron procesados mediante la metodología ICA-PE y análisis estadístico. Los resultados obtenidos del análisis ANOVA (5%) mostraron variaciones significativas en los parámetros; Además, la comparación de los datos estudiados con el actual ECA-Agua (categoría 3 y 4) mostró que sólo la conductividad y el boro cumplen con esto; Respecto al ICA-PE en cada punto, su calificación varió entre Regular, Pésimo y Malo en su mayoría, lo que permitió elaborar una propuesta de Plan de Gestión de recuperación. Finalmente se concluyó que el agua de la cuenca del río Moche está siendo contaminada, ya que el ICA-PE en la mayoría de los puntos indicó mala calidad. Choque-Quispe et al., (2021) tuvieron por objetivo de estudio determinar el índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, ubicada en Andahuaylas. Se utilizó el ICA Dinius, el cual considera varios parámetros como niveles de oxígeno (DO y DBO5), niveles de eutrofización (NO₃ - y PO₄ 3-), características físicas (temperatura, turbidez, color y TDS), sustancias disueltas (alcalinidad, dureza, pH, conductividad y cloruros), así como parámetros microbiológicos (E. coli y coliformes totales). La recolección de datos se realizó en la temporada de avenidas en 10 puntos de muestreo. Se llevaron a cabo análisis estadísticos y se observó que el uso principal del agua de los ríos era para la agricultura, pastoreo y uso urbano. El ICA se dividió en tres categorías: Excelente cerca de la cabecera de la microcuenca y en los puntos de corriente lenta, Aceptable, y puntos altamente contaminados aguas abajo de las áreas urbanas. Se encontró una correlación negativa significativa con los parámetros de estudio. En resumen, se determinó que la calidad del agua en áreas con baja densidad de población era buena. Por su parte, Jurado & Yzarra, (2021), tuvieron por objetivo verificar la relación entre la calidad del agua y las posibles enfermedades resultantes del consumo de agua contaminada. Sellevó a cabo una minuciosa revisión en diversas bases de datos, que incluyeron Web of Science, Scopus, PubMed, SciELO, Redalyc y Latindex. Se utilizaron palabras clave como "Calidad del agua", "Parámetros cualitativos del agua", "Riesgos para la salud", "Agua contaminada" y "Agua potable". Los resultados obtenidos revelaron que los parámetros químicos, en particular los metales pesados, son de gran relevancia y presentan una mayor incidencia en la salud

humana. También se encontró que los contaminantes microbiológicos, principalmente bacterias de origen fecal, son causantes de enfermedades gastrointestinales. Por otro lado, los parámetros físicos no muestran una influencia directa en la salud. Es fundamental que estos indicadores no excedan los límites máximos permitidos según la normativa nacional, ya que su superación puede dar lugar a enfermedades de riesgo para la población. Salas-Ávila et al., (2021). A nivel local, Cerna-Cueva et al., (2022) en su estudio buscaron analizar la calidad del agua superficial utilizada en la cuenca del Huallaga para riego. Se emplearon datos de monitoreo proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en 139 ubicaciones de monitoreo, evaluando 41 indicadores durante el período de 2014 a 2019. Se calculó el Índice Peruano de Calidad del Agua (ICA-PE) específicamente para riego, utilizando los valores de referencia establecidos en la Norma de Calidad Ambiental (ECA) para aguas superficiales de categoría 3 D1, que son designadas para riego. De las 139 ubicaciones monitoreadas, el 18,71% (26 puntos) demostró tener una calidad de agua excelente, el 44,60% (62 puntos) presentó una calidad buena, el 25,18% (35 puntos) tuvo una calidad regular, el 9,35% (13 puntos) mostró mala calidad y el 2,16% (3 puntos) presentó muy mala calidad. Los principales contaminantes identificados fueron los coliformes termotolerantes y la bacteria *Escherichia coli*, que en promedio superaron significativamente los estándares establecidos, llegando a superarlos 606 y abordea los Lagos y lagunas. La investigación de tipo no experimental con un diseño descriptivo. La muestra consistió en 7 litros de agua recogidos en cada punto de monitoreo en la laguna de Sauce, que fue el área de estudio. Las técnicas empleadas comprendieron análisis documental y observación directa, y para la obtención de datos en el campo, se utilizó el instrumento de la cadena de custodia y una ficha de campo. En cuanto a los resultados, se observó que los parámetros microbiológicos analizados en dos puntos de muestreo en la laguna Sauce, específicamente Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, mostraron concentraciones que están muy por debajo de los niveles establecidos en la normativa ambiental nacional, lo que implica que no se aplican a la categoría 4 (Conservación de ambiente acuático, E1; Lagos y lagunas) según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Luis et al. (2018)

abordó la investigación con el propósito principal de evaluar la calidad del agua de la Laguna Azul y su idoneidad para ser utilizada de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental. Para lograr los objetivos específicos establecidos, se recopiló información durante un período de treinta días a lo largo de tres meses en cuatro puntos de muestreo, totalizando doce muestras. Se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Estos análisis se llevaron a cabo siguiendo procedimientos específicos para determinar diversos parámetros, como el oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosfatos, temperatura, turbiedad y sólidos totales disueltos. Los resultados revelaron que, según los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el DS 004-2017 MINAM, la laguna Sauce puede clasificarse como categoría 1, subcategoría B, lo que la califica como adecuada para usos recreativos, incluyendo contacto primario y secundario. Sin embargo, es importante destacar que la laguna aún presenta niveles de contaminación, especialmente en relación con los coliformes fecales o termotolerantes, que superaron en un 180 % los valores permitidos por los ECAs, alcanzando un máximo de 360 UFC/100 ml. En cuanto a la teoría del estado de salud, es un concepto que denota la salud física y mental general de las personas, que es un factor esencial para el éxito de los individuos en la fuerza de trabajo, por ende, un buen estado de salud permite trabajar durante periodos prolongados y mejora la empleabilidad y la productividad del individuo. Referente a las teorías relacionadas a la investigación, es de importancia nombrar investigaciones que tengan que ver con la calidad del agua y la relación con la salud. El término engloba la salud de la población, medida a través de una selección de métricas, así como el acceso a la asistencia sanitaria en la zona en la que viven (Krzyśko et al., 2021). El estado de salud se describe como una experiencia de buena salud física y mental, y es un recurso para la vida cotidiana en lugar del propósito de la vida. La salud es una idea positiva que tiene en cuenta los recursos sociales e individuales y las capacidades físicas (McCartney et al., 2019). El conocimiento del estado de salud es importante, ya que es la fase inicial en la construcción de actividades y programas destinados a minimizar la presencia y gravedad de las enfermedades. Examinar los indicadores de salud es

indispensable para evaluar las pautas del estado de salud, con el fin de discernir el crecimiento de las disparidades sanitarias. Así los responsables políticos y el personal médico pueden abordar más eficazmente las áreas problemáticas, distribuir adecuadamente los recursos y obtener mejores resultados (Malta et al., 2021). En relación al modelo teórico, el modelo biopsicosocial, formulado por George Engel en 1977 y 1980, sirve de alternativa al típico enfoque biomédico reduccionista de la medicina. En lugar de centrarse únicamente en los aspectos biológicos de un paciente, Engel sugirió un método más exhaustivo y sistemático que tiene en cuenta al paciente, al médico, los elementos socioculturales y las variables del estilo de vida. Esta teoría hace hincapié en la idea de que el ser humano es una combinación de cuerpo, mente y espíritu y, por tanto, los tres deben tratarse de forma holística. Este modelo sugiere que las dolencias físicas, como el dolor, son consecuencia de la interacción entre factores biológicos, psicológicos y sociales. Esto podría explicar por qué los síntomas pueden empeorar en algunos pacientes, así como las disparidades entre individuos. Al principio, el modelo biopsicosocial no fue bien acogido por el ámbito médico, pero los avances en los campos de la medicina del dolor y la medicina conductual/psicología de la salud lo hicieron más atractivo para muchos investigadores clínicos (Gatchel et al., 2020). Es así que la dimensión del estado de salud es concebida como las enfermedades relevantes relacionadas con el agua, de acuerdo con lo expresado por refiere al escrutinio de las enfermedades contagiosas relacionadas con el agua, directa o indirectamente. Estas enfermedades se propagan al consumir agua infectada, entrar en contacto con ella o estar expuesto a vectores que crecen en hábitats acuáticos. Como indicadores se considera: Transportadas por el agua, enfermedades que suelen derivarse de la infección del agua por agentes contagiosos, y que el ser humano puede contraer al ingerirla, están el cólera, la fiebre tifoidea, los enteropatógenos, los virus de la hepatitis A y E, los enterovirus y las parasitosis intestinales. Soportados por el agua, son enfermedades con un ciclo de transmisión que implica agua y un intermediario pueden ejemplificarse con la fasciolosis humana, que tiene un caracol como intermediario. Vinculados con el agua, enfermedades causadas por virus,

parásitos o bacterias, cuyos vectores completan parte de su ciclo vital en el agua, incluyen la malaria, el dengue, el Zika y la fiebre amarilla. Lavadas por el agua, enfermedades causadas por la falta de higiene y la escasez de agua, que empeora las precarias condiciones de vida, se clasifican como infecciosas. Dispersadas por el agua, enfermedades causadas por organismos que aumentan en el agua y pueden causar enfermedades al ser inhalados.

III. METODOLOGÍA

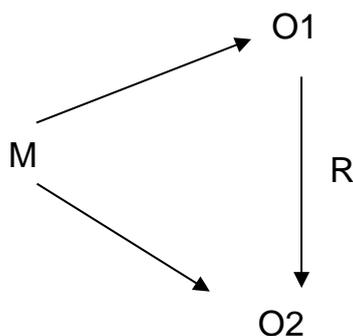
3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de la presente investigación fue básica. Según Kaldewey & Schauz (2018), la investigación básica tiene como fin aumentar la comprensión de los conceptos fundamentales, esto implica la observación, recopilación, organización y presentación sistemáticas de datos utilizando principios bien establecidos

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño fue no experimental dado que estos son estudios en los que las variables no están sujetas a manipulación, sino que los datos son recolectados para su posterior análisis; de manera que se evita interferir en la ocurrencia de los fenómenos (Castro, Parra y Arango, 2020, p. 9). Los estudios transversales, también conocidos como investigaciones de prevalencia, se emplean para evaluar la proporción de un desenlace o exposición de interés en un conjunto específico de individuos en un punto particular en el tiempo (Ellis, 2020, p. 115).



M= Muestra

O1= Calidad de agua
de la laguna Sauce

Correlación.

O2: Salud de la población

3.2. Variables y operacionalización

a) Variable independiente: Calidad de agua

Definición conceptual: El agua es un recurso natural crucial que se utiliza a nivel mundial para el desarrollo social y económico (agricultura, industria, recreación, riego, etc.) para sustentar la vida diaria de las personas (Chrea et al., 2023). Es fundamental destacar la importancia de la calidad del agua en el contexto de la salud pública ambiental (Mamun & An, 2022).

Definición operacional: La variable calidad de agua se examinó de la Laguna sauce, a través de las dimensiones: características físicas, características químicas y características biológicas mediante la aplicación del instrumento de la guía de análisis documental que aborda los valores encontrados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Indicadores: Parámetros ambientales de calidad de agua.

Escala de medición: Razón.

b) Variable dependiente: Estado de salud

Definición conceptual: Denota la salud física y mental general de las personas, que es un factor esencial para el éxito de los individuos en la fuerza de trabajo (Krzyśko et al., 2021).

Definición operacional: La variable estado de salud fue medida por intermedio de la dimensión enfermedades relevantes relacionadas con el agua a través de la aplicación de la guía de análisis documental donde se presenta un listado de enfermedades para consignar la calificación correspondiente: Leve, estable, grave y no registra. Luego los datos fueron procesados y presentados mediante gráficos de frecuencias y porcentajes.

Indicadores: Estado de salud bueno, regular, malo

Escala de medición: Ordinal.

3.3. Población, muestra y muestreo

a) Población

Estuvo conformada por 6459 habitantes del distrito de Sauce, según Casteel & Bridier, (2021) menciona que los individuos, pares, grupos, organizaciones u otras entidades se denominan población de interés en un estudio si se pueden utilizar para generalizar o transferirlos hallazgos (p. 343).

- **Criterios de inclusión:** La población del distrito de Sauce, varones y mujeres mayores de 18 años, personas que residen en la ciudad hace más de 1 año.
- **Criterios de exclusión:** La población que no forma parte del distrito de Sauce. Personas menores de edad, turistas.

b) Muestra

Estuvo conformada por 196 habitantes del distrito de Sauce para constituir la muestra; entre jóvenes y adultos. Por tanto, Arispe Alburqueque et al., (2020) afirma que se puede caracterizar el subconjunto de casos en una población de la que se recopilan datos. Al usar una muestra, puede ahorrar tiempo, dinero y, si se elige cuidadosamente, puede mejorar la precisión y exactitud de los datos (p. 74).

c) Muestreo

Fue probabilístico, que, según Hernández Ávila & Carpio Escobar, (2019) pues se emplean técnicas que apuntan a una mayor representatividad asegurando que todos los sujetos tengan las mismas posibilidades de ser elegidos e incluidos (p. 73). Por ende, los participantes serán elegidos al azar y siempre que cumplan los criterios de inclusión hasta completar los 196 habitantes calculados en la muestra.

d) Unidad de análisis

Fueron los habitantes del distrito de Sauce.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas de recolección de datos

Se consideró la técnica de la encuesta, la cual recolecta datos a partir de un grupo de preguntas para recolectar información factual en una muestra particular. Además, se empleó el análisis documental para evaluar la calidad de agua de la Laguna Sauce, la cual es una técnica para encontrar, evaluar, clasificar y analizar documentos para abordar una o más preguntas sobre un tema (Campos Gómez et al., 2021).

b) Instrumentos de recolección de datos

Se hizo uso de un cuestionario que contiene 15 preguntas para 5 indicadores y una dimensión. Sus respuestas se valoraron en una escala del 1 al 5 y serán en este orden: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo.

Además, se usó la guía de análisis documental, que se enfoca en recopilar datos de las diversas fuentes que se están consultando porque los archivos siempre se elaboran y diseñan teniendo en cuenta los datos que se buscan cotejar, determinando el modelo a utilizar (Arias González, 2020).

3.5. Procedimientos

El proyecto se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

Etapas 1: Gabinete y planificación

Se realizó la búsqueda de información bibliográfica en bases de datos como Scopus, Web of Science, Science direct; los criterios de búsqueda fueron en función a palabras clave y operadores booleanos. Se buscó en el repositorio institucional, considerando la información según su relevancia con respecto al tema de investigación.

Respecto al instrumento de recolección de datos, se diseñó y validó la encuesta a través de la validación de juicio de expertos.

Para la evaluación de la calidad del agua de la laguna Sauce, se

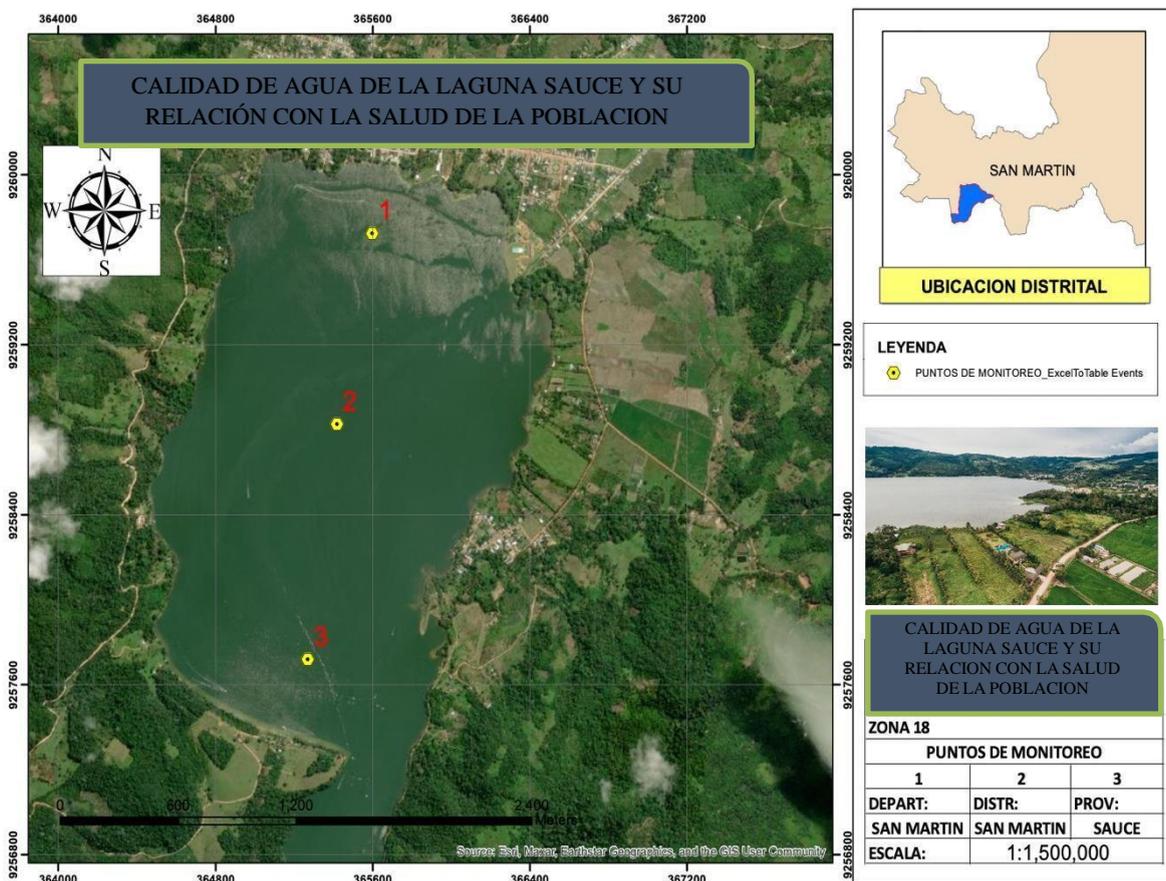
determinaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a analizar, en función a lo que establece el DS 004-2017 MINAM. Se coordinó con el laboratorio respecto

a los equipos de monitoreo a emplear en campo, también la cadena de frío para la preservación de las muestras, que serían enviadas al laboratorio, así como los reactivos y materiales para el análisis.

Etapa 2: Trabajo en campo

Se realizó la delimitación del transecto en la laguna Sauce, determinado tres puntos de muestreo representativos (Figura 1)

Figura 1
Puntos de monitoreo de la calidad de agua



Toma de muestras en campo: Se procedió a la toma de muestras con el usodel multiparámetro Hanna HI98196, el cual emplea una sonda para el análisis de los parámetros de análisis in situ, tales como: Oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad (Figura 2)

Figura 2
Parámetros físicos con el uso del Multiparámetro Hanna HI98196



El equipo multiparámetro permitió el registro de los datos para la posterior descargade la información registrada

Figura 3
Monitoreo con equipo multiparámetro Hanna



El monitoreo de los parámetros se hizo a través de la sonda, la cual facilitó latoma

Figura 4
Registro de datos del GPS



Con el uso del GPS Garmin etrex 10 se registró la información de los puntos de monitoreo, la cual se registró en la guía de análisis documental (Ver Anexo 3).

Figura 5
Preservación de muestras



Para la preservación de muestras que serían enviadas al laboratorio se agregó H_2SO_4 para el parámetro de aceites y grasas, además se rotuló las muestras y se colocó en la cadena de frío para su conservación.

Análisis en laboratorio: En el laboratorio se analizaron los parámetros químicos como: fósforo total, nitrógeno total, DQO, cobre, oxígeno disuelto, cromo, zinc, SST; y los microbiológicos como: *E. coli*, coliformes termotolerantes, coliformes totales. Respecto a los parámetros de aceites y grasas y DBO5 se envió a un laboratorio en la ciudad de Lima (Figura 6)

Figura 6

Preparación de reactivos para el análisis de parámetros químicos



Figura 7
Pesando los medios de cultivo para el análisis de parámetros microbiológicos



Figura 8
Muestras del agua de la laguna Sauce luego de ser autoclavadas para hacer la identificación de coliformes



Aplicación de la encuesta: Se aplicó la encuesta en los pobladores que viven en los alrededores de la laguna Sauce, para ello se consideró los criterios de inclusión y exclusión.

Figura 9
Encuesta a una pobladora



Etapa 3: Etapa final

Análisis de datos: Se analizaron los datos recopilados en la encuesta, se rotuló cada una de las encuestas, luego la información fue pasada al Excel para luego ser analizada en el software IBM SSPS 25. Se procedió a realizar la limpieza de datos para posteriormente efectuar los análisis descriptivos, así como la correlación de datos.

Se examinaron los informes de ensayo de laboratorio, para luego comparar los resultados con lo establecido en el ECA 004-2017 MINAM, categoría 4. Se realizaron tablas para sintetizar la información. Se aplicó el cálculo para determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE), tal como lo establece la

guía metodológica de la Autoridad Nacional del Agua (2018).

Preparación de informe final: Se preparó el informe final según lo establecido. **Levantamiento de observaciones:** Se realizó el levantamiento de las observaciones según las recomendaciones dadas por el docente, y evaluadores, todo esto sirvió para mejorar la investigación.

Sustentación y registro: Se sustentó la investigación realizada, se procedió a realizar los trámites para el registro en el repositorio institucional.

3.6. Método de análisis de datos

La guía de análisis documental sobre la calidad del agua fue llenada, la información recopilada fue comparada con lo establecido por el Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Ambiente a fin de determinar si cumple con la normativa, también se calculó el Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) (Autoridad Nacional del Agua 2018) Por otro lado, se procesaron los datos de la encuesta aplicada a la población. La información recopilada fue registrada en Microsoft Excel y en el Software IBM SPSS 25. Se generaron tablas descriptivas con frecuencias y porcentajes, de esa manera se indagó respecto al estado de salud de la población. Se aplicó la prueba de normalidad, posteriormente la correlación de Spearman.

3.7. Aspectos éticos

De acuerdo con el Informe Belmont, el respeto es el reconocimiento de la autonomía de los participantes a través de un consentimiento informado. También ejemplifica el principio de beneficencia, que establece que se debe tratar a los sujetos humanos con el mínimo daño posible y maximizando el beneficio. La justicia se define como una distribución equitativa de los riesgos y recompensas de la investigación (Anabo et al., 2019). Por ello, se informó a los participantes sobre la razón del estudio y el proceso, de manera que otorgaron su consentimiento, esto es para cumplir el principio de respeto. La justicia se encuentra en el mismo propósito del trabajo, puesto que busca que la población conozca la calidad del agua de la laguna Sauce.

IV. RESULTADOS

Luego de las evaluaciones en campo, se obtuvo los siguientes resultados:

Relación entre las características físicas del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023.

4.1. El pH de las aguas de la laguna Sauce es alcalino; y, se ubican sobre los Estándares de Calidad Ambiental (ECA DS 004-20217-MINAM); aunque las aguas que se localizan en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 4,89 % más del límite (pH 9,44). Las aguas que hallan en el medio de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 4,56 % más del límite (pH 9,41). Las aguas que se encuentran en el extremo de la Laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 4,33 % más del límite (pH 9,39). Las posibles explicaciones para el aumento del pH en la laguna Sauce podrían ser descargas industriales, agrícolas y domésticas; pues, liberan sustancias químicas al agua y podrían alterar el pH, porque algunas sustancias químicas pueden tener efectos alcalinizantes o acidificantes. (tabla 1)

Tabla 1
pH de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

N° muestras	Ubicación de muestras	pH existente	pH según ECA DS 004-2017-MINAM	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	9,44	6,5 a 9	0,44	4,89
2	Centro de la laguna	9,41	6,5 a 9	0,41	4,56
3	Al extremo de la laguna	9,39	6,5 a 9	0,39	4,33

Nota. Ficha técnica de características físicas del laboratorio UPEU

4.2 La temperatura existente en las aguas de la laguna Sauce se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4), las aguas que se encuentran en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen una variabilidad de temperatura de 0.10% (31,5 °C) en relación a las aguas que se encuentran en el centro de la Laguna (31,47°C) (X=365419; Y=9258827; Z=600), del mismo modo las aguas del centro de la laguna (31,47°C) tienen el 2,57 % con respecto al extremo de la laguna (30,66°C) (X=365272; Y=9257723; Z=600). Del mismo modo, la variabilidad de temperatura entre la orilla de la laguna (31,5 °C) y el extremo de la laguna (30,66°C) es de 2.67%, lo cual está dentro de los estándares de calidad. Las posibles explicaciones para las variaciones en la temperatura a lo largo de la orilla, centro y extremos de la laguna Sauce, se presume que, los resultados de complejas interacciones entre factores como la exposición solar, la profundidad del agua, la circulación, la presencia de vegetación y el intercambio de calor con la atmósfera. (tabla 2).

Tabla 2
T° de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

N° muestras	Ubicación de muestras	T° existente	T° según ECA DS 004-2017-MINAM	Situación diferencial entre los puntos	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	31,5	Δ10	0,03	0,10
2	Centro de la laguna	31,47	Δ10	0,81	2,57
3	Al extremo de la laguna	30,66	Δ10	0,84	2,67

Nota. Ficha técnica de características físicas del laboratorio UPEU

4.3. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) en las aguas de la laguna Sauce se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA DS 004-2017- MINAM Categoría 4 mg/L); las aguas que se encuentran en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) están 98% por debajo del límite (SST=0,5 mg/L). Las aguas que se ubican al medio de la Laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) están 98.40% por debajo del límite (SST=0,4). Las aguas que se hallan en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) están 98.40% por debajo del límite (SST=0,4 mg/L). Las posibles explicaciones para bajos niveles de concentración de SST en la laguna Sauce, serían las posibles carencias de fuentes puntuales importantes de sedimentos o contaminantes sólidos en las áreas monitoreadas. La presencia de vegetación acuática, como la vegetación ribereña, puede contribuir a la reducción de la erosión y, por lo tanto, a la baja concentración de SST. (tabla 3)

Tabla 3
SST de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

N° muestras	Ubicación de muestras	SST existente	SST según ECA DS 004-2017-MINAM	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	0,5	≤25	24,5	98,00
2	Centro de la laguna	0,4	≤25	24,6	98,40
3	Al extremo de la laguna	0,4	≤25	24,6	98,40

Nota. Ficha técnica de características físicas del laboratorio UPEU

4.4 Correlación de Spearman respecto a las características físicas del agua y la salud de la población de la laguna Sauce, se identificó que no existe relación ($p < 0.05$) entre las características físicas (pH, T°, SST) y el estado de salud de la población (Tabla 4)

Tabla 4

Correlación de Spearman entre características físicas del agua y estado de salud

	Estado de salud	
	<i>r</i>	<i>p</i>
pH	0,12	0,92
Temperatura	-0,40	0,73
SST	0,5	0,66

Nota. Correlación de Spearman entre características físicas y estado de salud

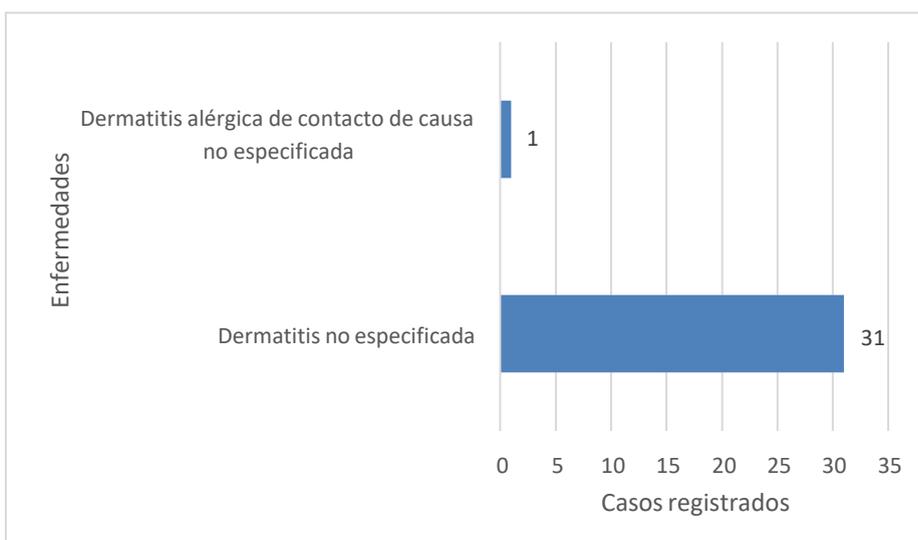
4.5. En la localidad de Sauce, existen casos de enfermedades relacionadas a las características físicas de las aguas de la laguna Sauce, como las dermatitis en sus diversas expresiones: 31 casos de dermatitis no especificada, posiblemente por la exposición de las personas a sustancias existentes en el agua. 1 caso de dermatitis alérgica de contacto de causa no especificada que, sugiere una reacción alérgica a alguna sustancia específica (Tabla 5) (Figura 13)

Tabla 5
Enfermedades humanas relacionadas a las características físicas del agua de la laguna Sauce, 2023.

Enfermedades	Casos registrados
Dermatitis no especificada	31
Dermatitis alérgica de contacto de causa no especificada	1
Total	32

Nota. Datos procedentes del Centro de Salud Sauce 2023.

Figura 10
Enfermedades humanas relacionadas a las características físicas del agua de la laguna Sauce, 2023



Relación entre las características químicas del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023.

4.6. El fósforo total existente en las aguas de la Laguna Sauce se encuentra sobre el límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); aunque, las aguas que se encuentran en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 71,43 % más del límite (P=0,06mg/L). Las aguas que se encuentran en el centro de la Laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 42,86 % más del límite (P=0,05). Las aguas que se ubican en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 157,14 % más del límite (P=0,09 mg/L). Las posibles explicaciones para el aumento de niveles de fósforo total en la laguna Sauce, sería la agricultura, el uso de fertilizantes fosforados en la agricultura cercana a la laguna. El escurrimiento de campos agrícolas puede transportar estos nutrientes al cuerpo de agua. (tabla 6)

Tabla 6
Fósforo total existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

N° muestras	Ubicación de muestras	Fósforo total existente L. Sauce mg/L	Fósforo total, ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	0,06	0,035	0,025	71,43
2	Centro de la laguna	0,05	0,035	0,015	42,86
3	Al extremo de la laguna	0,09	0,035	0,055	157,14

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.7 El nitrógeno total existente en las aguas de la Laguna Sauce se encuentra sobre el límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); aunque, las aguas que se localizan en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 7836,51% más del límite (N total=25 mg/L). Las aguas que se hallan en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 100% debajo del límite (N total=0,00 mg/L). Las aguas que se sitúan en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 157,14 % más del límite (N total=25 mg/L). Las posibles explicaciones para el aumento de los niveles de nitrógeno total en la laguna Sauce serían escorrentía de fuentes terrestres, como fertilizantes agrícolas, desechos animales u otras fuentes de contaminación de nitrógeno. La baja concentración en la parte del centro puede indicar que dicha zona no está experimentando entrada significativa de nitrógeno o que hay procesos biogeoquímicos que están reduciendo las concentraciones. La concentración elevada en el extremo podría deberse a las condiciones específicas en esa área, como la entrada de aguas contaminadas o procesos biogeoquímicos particulares. (tabla 7)

Tabla 7
Nitrógeno total existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023.

N° muestras	Ubicación de muestras	Nitrógeno total existente L. Sauce mg/L	Nitrógeno total, ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	25	0,315	24,685	7836,51
2	Centro de la laguna	0,00	0,315	0,315	100,00
3	Al extremo de la laguna	25	0,315	24,685	7836,51

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.8. El Demanda Química de Oxígeno (DQO) existente en las aguas de la laguna Sauce se sitúan debajo del límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); aunque, las aguas que se localizan en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 140% debajo del límite (DQO=200 mg/L). Las aguas que se ubican en el centro de la Laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 135,4% debajo del límite (DQO=177 mg/L). Las aguas que se encuentran en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 1 % más del límite (DQO=495 mg/L). Las posibles explicaciones para los bajos niveles de DQO en la laguna Sauce serían una menor carga de materia orgánica o compuestos químicos en esas áreas. (tabla 8; figura 16).

Tabla 8
Demanda Química de Oxígeno existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

N° muestras	Ubicación de muestras	DQO existente L. Sauce mg/L	DQO ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	200	500	*(-1)	140,00
2	Centro de la laguna	177	500	323	135,40
3	Al extremo de la laguna	495	500	5	1,00

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.9. El Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) existente en las aguas de la laguna Sauce se localizan sobre el límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); por lo que, las aguas que se hallan en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 98% sobre el límite (DBO=9.9 mg/L). Las aguas que se ubican en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 110% sobre el límite (DBO=10,5 mg/L). Las aguas que se encuentran en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 72% más del límite (DBO=8,6 mg/L). Los altos niveles de DBO sugieren una carga significativa de contaminantes orgánicos en la laguna, probablemente debido a descargas de aguas residuales u otras fuentes de contaminación. (tabla 9).

Tabla 9
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

Nº muestras	Ubicación de muestras	DBO existente L. Sauce mg/L	DBO ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	9,9	5	4,90	98,00
2	Centro de la laguna	10,5	5	5,50	110,00
3	Al extremo de la laguna	8,6	5	3,60	72,00

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.10. El cobre existente en las aguas de la laguna Sauce se posiciona debajo del límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); aunque, las aguas que se ubican en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 90% debajo del límite (Cu=0,01mg/L). Las aguas que se sitúan en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 100 % debajo del límite (Cu=0.00 mg/L). Las aguas que se encuentran en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 100 % debajo del límite (Cu=0.00 mg/L). Las posibles explicaciones para los bajos niveles de cobre en la laguna Sauce serían posiblemente debido a factores como la geología local, la vegetación, o la ausencia de fuentes contaminantes significativas. (tabla 10; figura 18).

Tabla 10
Cu existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

N° muestras	Ubicación de muestras	Cu existente L. Sauce mg/L	Cu ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	0,01	0,1	0,09	90,00
2	Centro de la laguna	0	0,1	0,1	100,00
3	Al extremo de la laguna	0	0,1	0,1	100,00

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.11. El oxígeno disuelto existente en las aguas de la laguna Sauce se halla sobre el valor mínimo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); del mismo modo, las aguas que se encuentran en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 27% sobre el valor mínimo permisible (OD=6,38 mg/L). Las aguas que se localizan en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 30 % sobre el valor mínimo permisible (OD=6,5 mg/L). Las aguas que se encuentran en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 12,80 % sobre el valor mínimo permisible (OD=5,64 mg/L). Las posibles explicaciones para los valores de OD que superan el límite mínimo establecido para la calidad de la laguna Sauce serían que la laguna tenga una capacidad adecuada para la oxigenación del agua, posiblemente debido a la presencia de vegetación acuática, una buena circulación del agua, y procesos naturales de producción de oxígeno, como la fotosíntesis de algas y plantas acuáticas. (tabla 11).

Tabla 11
OD existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023.

N° muestras	Ubicación de muestras	OD existente L. Sauce mg/L	OD ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	6,38	≥ 5	1,38	27,60
2	Centro de la laguna	6,5	≥ 5	1,5	30,00
3	Al extremo de la laguna	5,64	≥ 5	0,64	12,80

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.12. El cromo existente en las aguas de la laguna Sauce se ubica sobre el límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); del mismo modo, las aguas que se encuentran en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 508,990% sobre el límite (Cr=56 mg/L). Las aguas que se hallan en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 18 081,82% sobre el límite (Cr= 2 mg/L). Las aguas que se sitúan en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 145 354.55 % sobre el límite (Cr= 16 mg/L). Las concentraciones en el centro y el extremo, aunque más bajas que en la orilla, todavía están por encima del límite establecido, indicando una contaminación generalizada en toda la laguna. (tabla 12).

Tabla 12
Cr existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

Nº muestras	Ubicación de muestras	Cr existente L. Sauce mg/L	Cr ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	56	0,011	55,99	508990,91
2	Centro de la laguna	2	0,011	1,99	18081,82
3	Al extremo de la laguna	16	0,011	15,99	145354,55

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.13 Los aceites y grasas existente en las aguas de la laguna Sauce se encuentran debajo del límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); del mismo modo, las aguas que se encuentran en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 90% debajo del límite (AyG= 0,5 mg/L). Las aguas que se hallan en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 90% debajo del límite (AyG= 0,5 mg/L). Las aguas que se ubican en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 90 % debajo del límite (AyG= 0,5 mg/L). Las posibles explicaciones para los bajos niveles de aceites y grasas en la laguna Sauce serían las prácticas efectivas de gestión ambiental y disposición de desechos por parte de la industria turística y de servicios en la zona. (tabla 13).

Tabla 13
Aceites y grasas existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023.

N° muestras	Ubicación de muestras	AyG existente Sauce mg/L	A y G ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	0,5	5	4,50	90,00
2	Centro de la laguna	0,5	5	4,50	90,00
3	Al extremo de la laguna	0,5	5	4,50	90,00

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.14 El zinc existente en las aguas de la laguna Sauce se halla sobre el límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); del mismo modo, las aguas que se ubican en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 2400% sobre el límite (Zn= 3 mg/L). Las aguas que se encuentran en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 2400% sobre del límite (Zn= 3 mg/L). Las aguas que se localizan en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 2400% sobre el límite (Zn= 3 mg/L). Las posibles explicaciones para los altos niveles de zinc en la laguna Sauce serían las aguas residuales urbanas, especialmente si no están tratadas adecuadamente, pueden contener concentraciones significativas de zinc; por otro lado, el uso de pesticidas, fertilizantes, o materiales de construcción, podría contribuir a la presencia de zinc en el agua (tabla 14).

Tabla 14
Zinc existente (mg/L) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023.

N° muestras	Ubicación de muestras	Zinc existente L. Sauce mg/L	Zinc ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	3	0,12	2,88	2400,00
2	Centro de la laguna	3	0,12	2,88	2400,00
3	Al extremo de la laguna	3	0,12	2,88	2400,00

Nota. Ficha técnica de características químicas del laboratorio UPEU

4.14. Correlación de Spearman respecto a las características químicas de las aguas de la laguna Sauce con la salud de la población, se identificó que no existe relación ($p < 0,05$) entre el fósforo total, DQO, DBO, Cr, Zn, N, Cu y el estado de salud de la población.

Tabla 15
Correlación de Spearman entre características químicas del agua y estado de salud.

	Estado de salud	
	<i>r</i>	<i>p</i>
Fósforo total	0,69	0,33
DQO	0,55	0,33
OD	-0,87	0,33
Cromo	0,70	0,33
Zinc	0,00	
Nitrógeno		
Total	1**	
Cobre	0,50	0,67

Nota. Correlación de Spearman entre características químicas del agua y estado de salud

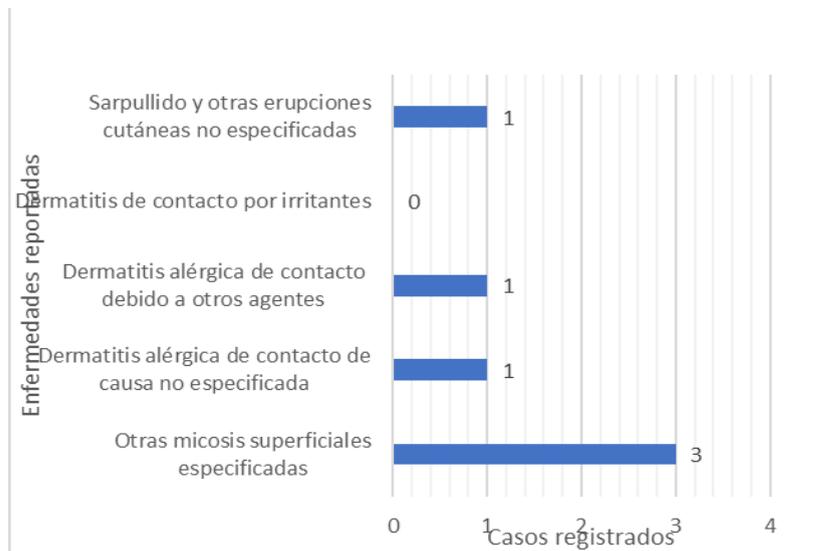
Incidencia de enfermedades a la piel fueron identificados en el reporte del centro de salud de Sauce. Otras micosis superficiales especificadas (3 casos), dermatitis alérgica de contacto de causa no especifica (1 caso), dermatitis alérgica de contacto debido a otros agentes (1), y por último dermatitis de contacto por irritantes (0), esto es debido a altos niveles de fosforo total y nitrógeno total en el agua pueden favorecer el crecimiento de hongos, y afectar la barrera cutánea de la piel, contribuyendo a infecciones cutáneas como las micosis superficiales la dermatitis de contacto podría estar relacionada con la exposición a sustancias irritantes. Además, existen personas que son alérgicas a dichas sustancias químicas mencionadas por lo que aumenta su incidencia en aparecer estas enfermedades, ya que la calidad del agua podría estar relacionada con la presencia de éstos. Sarpullido y otras erupciones cutáneas no especificadas (1 caso), las erupciones cutáneas podrían estar relacionadas con irritantes en el agua o condiciones ambientales (Tabla 16) (Figura 23)

Tabla 16
Enfermedades humanas relacionadas a las características Químicas del agua de la laguna Sauce, 2023.

Enfermedades	Casos registrados
Otras micosis superficiales especificadas	3
Dermatitis alérgica de contacto de causa no especificada	1
Dermatitis alérgica de contacto debido a otros agentes	1
Dermatitis de contacto por irritantes	0
Sarpullido y otras erupciones cutáneas no especificadas	1
Total	6

Nota. Datos procedentes del Centro de Salud Sauce 2023.

Figura 11
Enfermedades humanas relacionadas a las características Químicas del agua de la laguna Sauce, 2023.



Relación entre las características biológicas del agua de la laguna Sauce y la salud de la población, 2023.

4.16 Los coliformes totales existentes en las aguas de la laguna Sauce se localizan debajo del límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); del mismo modo, las aguas que se hallan en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 38% debajo el límite (CT= 31 NMP/100 ml). Las aguas que se hallan en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 66% debajo del límite (CT= 17 NMP/100ml). Las aguas que se ubican en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 76% debajo del límite (CT= 12 NMP/100 ml). Las posibles explicaciones para la presencia de coliformes totales aunque aún por debajo del límite, serían las descargas de aguas residuales humanas o animales en la laguna, las concentraciones más altas en la orilla pueden sugerir que hay fuentes de contaminación cercanas, como desagües o actividades humanas directas en la zona. (tabla 17; figura 24).

Tabla 17
Coliformes totales existente (NMP/100 ml) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023.

N° muestras	Ubicación de muestras	CT existente L. Sauce NMP/100 ml	CT ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 NMP/100 ml	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	31	50	19,00	38,00
2	Centro de la laguna	17	50	33,00	66,00
3	Al extremo de la laguna	12	50	38,00	76,00

Nota. Ficha técnica de características biológicas del laboratorio UPEU

4.18. Los coliformes termotolerantes existentes en las aguas de la laguna Sauce se hallan debajo del límite máximo permisible (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4mg/L); del mismo modo, las aguas que se encuentran en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) tienen el 99,26% debajo del límite (CTT= 7,4 NMP/100 ml). Las aguas que se ubican en el centro de la Laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) tienen el 99,64% debajo del límite (CTT= 3,6 NMP/100 ml). Las aguas que se localizan en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) tienen el 99,40% debajo del límite (CTT= 6 NMP/100 ml). Las posibles explicaciones para la presencia de coliformes termotolerantes aunque aún por debajo del límite, serían la contaminación por descargas residuales y por escorrentía agrícola, o la presencia de animales que pueden introducir contaminantes fecales en el agua. (tabla 18; figura 25).

Tabla 18
Coliformes termotolerantes existente (NMP/100 ml) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023

N° muestras	Ubicación de muestras	CTT existente L. Sauce NMP/100 ml	CTT ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 NMP/100 ml	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	7,4	1000	992,60	99,26
2	Centro de la laguna	3,6	1000	996,40	99,64
3	Al extremo de la laguna	6	1000	994,00	99,40

Nota. Ficha técnica de características biológicas del laboratorio UPEU

4.19. La *Escherichia coli* existente en las aguas de la laguna Sauce se encuentra debajo del límite máximo permisible para la mayoría de casos (ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 mg/L); aunque, las aguas que se hallan en la orilla, frente a la ciudad de Sauce (50 metros de distancia: X=365600; Y=9259727; Z=600) están debajo del valor límite pues sobrepasan en 0% (e.coli= <1,8 NMP/100 ml). Las aguas que se localizan en el centro de la laguna (X=365419; Y=9258827; Z=600) están debajo del límite pues sobrepasan en 0% (e.coli= <1.8 NMP/100 ml). Las aguas que se ubican en el extremo de la laguna (X=365272; Y=9257723; Z=600) están sobre el límite (e.coli= 1,8 NMP/100 ml). Las posibles explicaciones para la presencia de *E. coli* en el extremo de la laguna serían las descargas residuales, o la presencia de animales que pueden introducir contaminantes fecales en el agua (tabla 19; figura 26).

Tabla 19
Escherichia coli existente (NMP/100 ml) de la orilla junto a la ciudad, centro y extremo de la laguna Sauce, 2023.

N° muestras	Ubicación de muestras	E. coli existente L. Sauce NMP/100 ml	E coli ECA DS 004-2017-MINAM Categoría 4 NMP/100 ml	Situación diferencial	Porcentaje %
1	Orilla de la laguna	<1,8	0	0,00	0,00
2	Centro de la laguna	<1,8	0	0,00	0,00
3	Al extremo de la laguna	1,8	0	1,80	1,80

Nota. Ficha técnica de características biológicas del laboratorio UPEU

4.20. Correlación de Spearman respecto a las características biológicas del agua de la laguna Sauce y la salud de la población, se identificó que no existe relación ($p < 0.05$) entre las características biológicas (*e. coli*, coliformes termo tolerantes y totales) y el estado de salud de la población.

Tabla 20

Correlación de Spearman entre características biológicas del agua y estado de salud.

	<i>r</i>	<i>p</i>
Coliformes Totales	0	1
Coliformes Termotolerantes	0,87	0,33
E. Coli		

Nota. Correlación de Spearman entre características biológicas del agua y estado de salud.

4.18. El reporte de enfermedades gastrointestinales registrado en el centro de Salud de Sauce señala la presencia de diversas enfermedades, siendo las más recurrentes las EDAs (Enfermedades diarreicas agudas) con 173 casos, parasitosis intestinal sin otra especificación con 111 casos, Infecciones intestinales debidas a otros organismos sin especificar con 53 casos, otras gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso con 53 casos, Amebiasis no especificada con 1, Enterobiasis con 1 caso, Helmintiasis no especificada con 1, Enterobiasis con 2 casos. (Tabla 21) (Figura 27)

Tabla 21

Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023.

Enfermedades	Casos registrados
Parasitosis intestinal sin otra especificación	111
Infecciones intestinales debidas a otros organismos sin especificar	53
Otras gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso	33
Amebiasis no especificada	1
Enterobiasis	2
Helmintiasis no especificada	1
Enterobiasis	2
Fiebre del dengue [dengue clásico]	10
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	86
Amebiasis	1
Fiebres tifoidea y paratifoidea	5
Enfermedades Diarreicas Aguas	173
Total	478

Nota. Datos procedentes del Centro de Salud Sauce 2023

Figura 12

Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023.



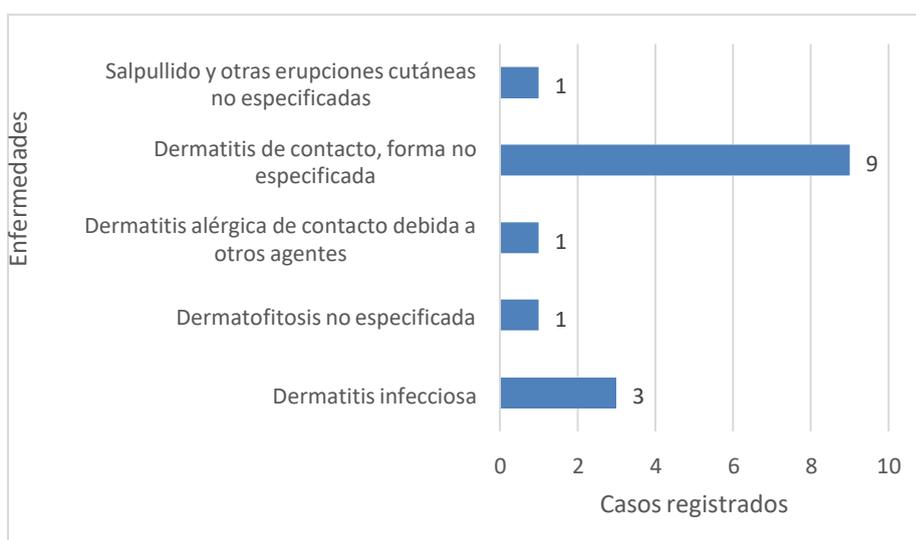
4.19. Dermatitis infecciosa (3 casos). La presencia de dermatitis infecciosa podría indicar la posible presencia de patógenos en el agua. Aguas contaminadas pueden contribuir a infecciones cutáneas. Dermatofitosis no especificada (1 caso), las infecciones fúngicas de la piel podrían estar relacionadas con condiciones ambientales que favorecen el crecimiento de hongos. La calidad del agua podría influir en este aspecto. Dermatitis alérgica de contacto debida a otros agentes (1 caso), similar al caso anterior de dermatitis alérgica, la calidad del agua podría estar relacionada con la presencia de alérgenos. Dermatitis de contacto, forma no especificada (9 casos), la dermatitis de contacto podría estar relacionada con la exposición a sustancias irritantes o alérgenos en el agua o en el entorno. Sarpullido y otras erupciones cutáneas no especificadas (1 caso), las erupciones cutáneas podrían estar relacionadas con irritantes en el agua o condiciones ambientales.

Tabla 22
Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023.

Enfermedades	Casos registrados
Dermatitis infecciosa	3
Dermatofitosis no especificada	1
Dermatitis alérgica de contacto debida a otros agentes	1
Dermatitis de contacto, forma no especificada	9
Salpullido y otras erupciones cutáneas no especificadas	1

Nota. Datos procedentes del Centro de Salud Sauce 2023

Figura 13
Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023



4.20. El contacto con agua contaminada podría contribuir a estas afecciones tales como: Otras micosis superficiales especificadas (3 casos) ya que una mala calidad de agua puede favorecer el crecimiento de hongos, Otorragia y secreción del oído (1 caso), la presencia de microorganismos en el agua podría estar asociada con problemas en el oído, como la otorragia y la secreción, así mismo reportan Otras enfermedades del oído y de la apófisis mastoides (16 casos). Otras infecciones virales especificadas caracterizadas por lesiones de la piel (1 caso),

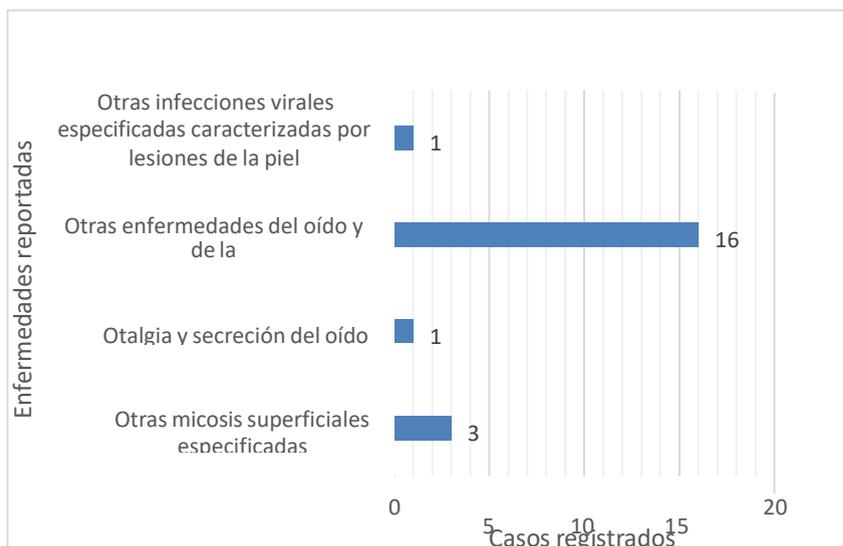
aunque las condiciones específicas no están directamente relacionadas con los contaminantes mencionados, la calidad del agua podría influir en la salud cutánea y predisponer a infecciones virales. (Tabla 23) (Figura 29)

Tabla 23
Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023

Enfermedades	Casos registrados
Otras micosis superficiales especificadas	3
Otalgia y secreción del oído	1
Otras enfermedades del oído y de la apófisis mastoides	16
Otras infecciones virales especificadas caracterizadas por lesiones de la piel	1
Total	21

Nota. Datos procedentes del Centro de Salud Sauce 2023

Figura 14
Enfermedades humanas relacionadas a las características biológicas del agua de la laguna Sauce, 2023.



Relación de la calidad del agua de la laguna Sauce con la salud de la población

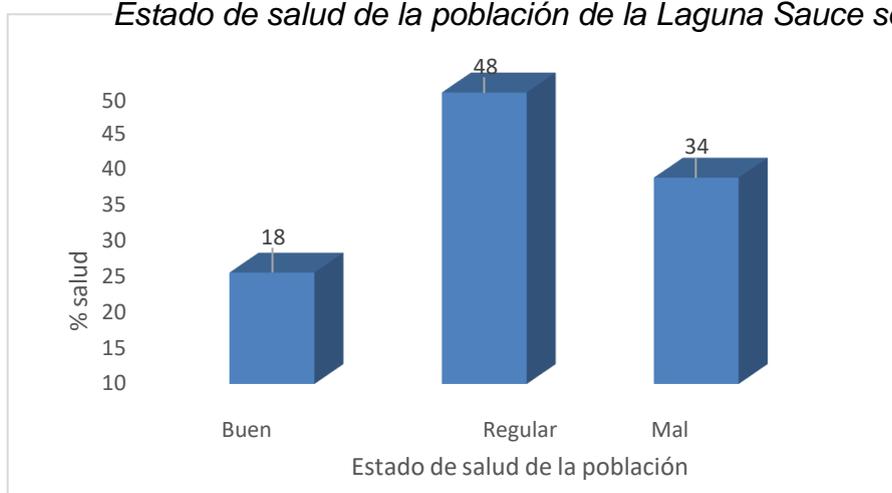
4.24 Estado de salud de la población, de acuerdo a los resultados de la encuesta aplicada en la población de la laguna de Sauce, el estado de salud de la poblaciones regular para el 47.8%, para el 33.9% es malo y para el 18.3% es bueno. La distribución de respuestas sugiere que una proporción significativa de la muestra percibe su salud como regular o mala (Tabla 24, figura 15).

Tabla 24
Estado de salud de la población

Estado de salud	N°	%
Bueno	34	18,3
Regular	89	47,8
Malo	63	33,9
Total	186	100,0

Nota. Estado de salud de la población

Figura 15
Estado de salud de la población de la Laguna Sauce según la encuesta aplicada



4.25 En relación de la calidad del agua de la laguna Sauce con la salud de la población. Se determinó que la calidad del agua es clasificada como excelente, de acuerdo al Índice Calidad del Agua Perú (ICA-PE), (Autoridad Nacional del Agua, 2018), esto significa que según la metodología del ICA PE, representa que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales

o deseados. Además considerando que, de los 514 casos de enfermedades notificadas, que abarcan desde trastornos gastrointestinales hasta afecciones cutáneas, ópticas y oculares, así como casos de dengue, se observa que solo el 8.5% de la población total (compuesta por 6459 personas), ha experimentado alguna enfermedad vinculada a la calidad del agua, se determina que existe relación en la calidad del agua y la salud de las personas.

Tabla 25
Calidad del agua de la laguna Sauce

Parámetro	Unidad	P1 (orilla)	P2 (en el centro)	P3 (en el extremo)	ECA	ICA-PE	Calificación
Físico	pH	unidad de pH	9.44	9.41	9.39	6,5 a 9	94 Excelente
	T°	°C	31.5	31.47	30.66	Δ10	
	SST	mg/L	0.5	0.4	0.4	≤25	
Químico	F total	mg/L	0.06	0.05	0.09	0.035	
	N total	mg/L	>25	0	>25	0.315	
	DQO	mg/L	200	177	495	500	
	DBO	mg/L	9.9	10.5	8.6	5	
	Cu	mg/L	0.01	0	0	0.1	
	OD	mg/L	6.38	6.5	5.64	≥ 5	
	Cr	mg/L	56	2	16	0.011	
Biológico	A y G	mg/L	0.5	0.5	0.5	5	
	Zn	mg/L	3	3	3	0.12	
	CTT	NMP/100 ml	31	17	12	50	
	CT	NMP/100 ml	7.4	3.6	6	1000	
	E coli	NMP/100 ml	<1.8*	<1.8	1.8*	ausencia	

Nota. Características físicas, químicas, biológicas – Índice de calidad de agua del Perú – (ICA-PE)

4.27 En la ciudad de Sauce existen enfermedades de características físicas como dermatitis no especificada, dermatitis alérgica de contacto de causa no especificada; asimismo, de características químicas como, micosis superficiales especificadas, dermatitis alérgica de contacto de causa no especificada, dermatitis alérgica de contacto debido a otros agentes, dermatitis de contacto por irritantes y sarpullido y otras erupciones cutáneas no especificadas; de igual manera, de características biológicas como, parasitosis intestinal sin otra especificación, infecciones intestinales debidas a otros organismos sin especificar, otras gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso, amebiasis no especificada, enterobiasis (Tabla 26).

Tabla 26
Calidad de Salud de la población de Sauce.

	Enfermedades humanas	Nº de casos	Rango Establecido	%	Calidad
Características físicas	Dermatitis no especificada	31	0-35	6,03	Bueno
	Dermatitis alérgica de contacto de causa no especificada	1	0-35	0,19	Bueno
	Otras micosis superficiales especificadas	3	0-35	0,58	Bueno
Características químicas	Dermatitis alérgica de contacto de causa no especificada	1	0-35	0,19	Bueno
	Dermatitis alérgica de contacto debido a otros agentes	1	0-35	0,19	Bueno
	Dermatitis de contacto por irritante	0	0-35	0	Bueno
Características biológicas	Sarpullido y otras erupciones cutáneas	1	0-35	0,19	Bueno
	Parasitosis intestinal sin otra especificación	111	>65	21,6	Malo
	infecciones intestinales	53	36-65	10,31	Regular

debidas a otros organismos sin especificar				
Otras gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso	33	0-35	6,42	Bueno
Amebiasis no especificada	1	0-35	0,19	Bueno
Fiebre del dengue	10	0-35	1,94	Bueno
enterobiasis	2	0-35	0,39	Bueno
Helmintiasis no especificada	1	0-35	0,19	Bueno
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	86	>65	16,73	Malo
Amebiasis	1	0-35	0,19	Bueno
Fiebre tifoidea y paratifoidea	5	0-35	0,97	Bueno
Enfermedades diarreicas agudas	173	>65	33,65	Malo

Nota. Enfermedades humanas características físicas, químicas, biológicas – Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

La calidad de la salud de la población de Sauce, es clasificada como buena, pues, en el presente año 2023, en el Centro de salud de Sauce, se reportaron 514 casos de enfermedades, siendo las de mayor frecuencia los trastornos gastrointestinales, las diarreas agudas (33,7 %), seguidas de parasitosis (22 %), afecciones cutáneas con dermatitis no especificada (6%), y otras micosis superficiales (0,58 %).

Tabla 27

Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.
pH	,650	3	,000
T°	,748	1	,000
SST	,750	3	,000
F total	,750	3	,000
N total	,750	3	,000
DQO	,804	3	,030
DBO	,957	3	,050
Cu	,750	3	,000
OD	,750	3	,000
Cr	,823	3	,001
A y G	,326	3	,000
Zn	,456	3	,020
CTT	,547	3	,005
CT	,930	3	,000
E coli	,750	3	,000
Estado de salud	,750	3	,000

Nota. Prueba de normalidad – IBM SPSS 25

Hipótesis:

Ho: Distribución = Normal

Ha: Distribución ≠ Normal

Regla de decisión

Si $p < \alpha$ Rechazo Ho

Si $p \geq \alpha$ Acepto Ho

El p valor < 0.05 , por ello se consideró que los datos no tienen una distribución normal, corresponde realizar el análisis de correlación para datos no paramétricos, con el coeficiente de correlación de Spearman.

V. DISCUSIÓN

En cuanto a las características físicas del agua, a pesar de que solo los valores del pH (9.44, 9.41, 9.39) estuvieron fuera del rango recomendado por el ECA DS 004-2017-MINAM (pH 6.5-8.5), no se observó una correlación significativa con el estado de salud de la población. Esto sugiere que otros factores podrían estar influyendo en la percepción de la salud más allá de la alcalinidad del agua, estos resultados son similares a los de Alva, (2018) que también señala altos valores de pH en la laguna Sauce (pH 8.57, 8.63, 8.44, 8.55).

Las características químicas del agua señalan la presencia de fósforo total, respecto al parámetro nitrógeno total, los valores fueron por encima (>25 mg/L) de los valores recomendados (0.315 mg/L), al igual que Choque Bravo & Jalisto Jalixto, (2021) en la laguna Huatata en Cusco (49.75 mg/L), quien identificó dos formas de contaminación tanto en el agua como en el suelo, ambas asociadas a la presencia de desechos sólidos, las cuales generan la eutrofización de la laguna Huatata; respecto al parámetro zinc (3 mg/L) se encontraron valores por encima del ECA (0.12 mg/L), y en cuanto al DBO en esta investigación (9.9, 10.5, 8.6 mg/L) se encontraron valores por encima al recomendado en el ECA (5 mg/l), también Lozano et al., (2020) menciona que obtuvo valores por encima de los valores referenciales (13 y 14 mg/L) en la laguna de Sauce, del cromo se obtuvo valores (57, 2 y 16 mg/l) que sobrepasaron el ECA (0.011 mg/L). Ayala & Danesa, (2022), obtuvieron resultados donde identificó alta relación entre las enfermedades gastrointestinales y la calidad del agua.

Los resultados de los parámetros microbiológicos, no identificaron presencia de coliformes, pero sí se halló presencia de *e. coli*, esto es similar a la investigación desarrollada por Lozano et al., (2020), quien registró 23 y 49 NMP/10ml en la laguna de Sauce. Se debe mencionar que, de acuerdo al reporte de enfermedades, se evidencia la alta prevalencia de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas, esto sugiere una posible relación con la calidad del agua, estos hallazgos son coherentes con otras investigaciones que han identificado la contaminación del agua como un factor significativo en la propagación de enfermedades Elías Silupu et al., (2020), Dueñas Jurado & Hinojosa Yzarra, (2021), Cerna-Cueva et al., (2022);

La percepción general de salud, estos resultados tienen relación a lo encontrado por Atencio Santiago (2018), quien también evaluó la calidad de agua y estudió la percepción de la población en Simón Bolívar-Pasco. Esto sugiere la importancia de considerar factores socioeconómicos y de salud pública más amplios que podrían estar influyendo en estas percepciones, en apoyo a esta perspectiva, tal como afirma Dueñas Jurado & Hinojosa Yzarra (2021), en situaciones así se debe identificar la causa probable de las enfermedades. Estos datos epidemiológicos sugieren que, existe una realidad preocupante en términos de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue. Este hallazgo respalda la necesidad de abordar factores de salud pública más amplios, como la prevención y control de enfermedades transmitidas por vectores, junto con las evaluaciones de calidad del agua, para una comprensión más completa de los riesgos para la salud en la comunidad, tal como señala Gavidia Castillo et al., (2022).

En este contexto, la investigación se enfocó en la evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para determinar las condiciones ambientales de la laguna y como éstas se relacionan con el estado de salud de la población. Los monitoreos realizados en tres puntos diferentes han arrojado resultados alentadores que en su mayoría cumplen con la Categoría 4 de conservación del entorno acuático, (lagos y lagunas), de modo que según el ICA la calidad del agua de la laguna es Excelente, a diferencia de los resultados obtenidos por Gavidia Castillo et al., (2022) quien identificó que la calidad del agua del río Moche era regular, pésimo y malo a lo largo de diferentes puntos del río. en el sentido de que, la calidad del agua de la laguna Sauce, se relaciona con la salud de la población, 2023.

VI. CONCLUSIONES

Al evaluar los parámetros físicos de la calidad del agua de la laguna Sauce y salud de la población, se comparó los resultados con el ECA, se identificó que los valores de pH en cada uno de los puntos de muestreo fueron superiores en los tres puntos, en cuanto a la temperatura y Sólidos Suspendidos Totales (SST) están dentro del valor que señala el ECA, se identificó la presencia de enfermedades relacionadas (afecciones cutáneas) con niveles elevados de pH.

Respecto a los parámetros químicos de la calidad del agua de la laguna Sauce y salud de la población, se identificaron que, el fósforo, la Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO), el nitrógeno total, el cromo, el zinc sobrepasaron los valores referenciales del ECA en los puntos de monitoreo. Al comparar esta información con los reportes de enfermedades oculares, a la piel, al oído, se identifica que estos pueden tener alguna relación con la calidad del agua.

En cuanto a los parámetros biológicos de la calidad del agua de la laguna Sauce y salud de la población, se identificó la presencia de escherichia coli (1.8 NMP/10 ml), lo cual puede ser causante de enfermedades gastrointestinales, lo cual se respalda con la información reportada por el centro de salud.

Referente a la correlación de Spearman entre las características físicas, químicas, biológicas del agua de la laguna Sauce y la salud de la población, se identificaron que no existe relación ($p < 0,05$) mientras que, la calidad de agua de la laguna sauce de acuerdo al Índice de Calidad de Agua es excelente; en tanto que, la salud de la población de Sauce de acuerdo al INEI, es catalogada como buena, aceptando la hipótesis de investigación, en el sentido de que, la calidad del agua de la laguna Sauce, se relaciona con la salud de la población, 2023.

VII. RECOMENDACIONES

A la Unidad de Servicios Municipales y Gestión Ambiental de la Municipalidad distrital de Sauce: Implementar un programa de monitoreo continuo de la calidad del agua en la laguna Sauce, abarcando parámetros físicos, químicos y biológicos. Esto permitirá una evaluación constante de los riesgos para la salud y facilitará respuestas inmediatas ante posibles contaminaciones. El control efectivo de las fuentes de contaminación es esencial para salvaguardar la calidad del agua y la salud de la población.

Al jefe de la Micro Red de Salud de Sauce: Reforzar la vigilancia epidemiológica de enfermedades relacionadas con el agua, especialmente aquellas identificadas en la investigación. Esto permitirá una detección temprana y una respuesta rápida para limitar la propagación de enfermedades, y si en caso hubiera algún caso garantizar el acceso oportuno a servicios de salud para la atención y tratamientos adecuados de enfermedades relacionadas con el agua.

A la población en general: Informarse sobre la importancia de consumir agua segura, métodos de purificación del agua, especialmente para aquellos que obtienen agua directamente de la laguna Sauce. Así como establecer un sistema de denuncia para informar cualquier problema ambiental relacionado con la laguna. Incentivar a la población a ser parte activa en la identificación y solución de posibles fuentes de contaminación, y educar a los agricultores locales sobre prácticas agrícolas sostenibles que minimicen la escorrentía de productos químicos hacia la laguna.

REFERENCIAS

- ALVA, L., 2018. Determinación de la calidad del agua de la laguna azul de sauce para su uso según estándares de calidad ambiental (ECAS). Repositorio - UNSM [en línea], [consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2891>.
- ANABO, I.F., ELEXPURU-ALBIZURI, I. y VILLARDÓN-GALLEGO, L., 2019. Revisiting the Belmont Report's ethical principles in internet-mediated research: perspectives from disciplinary associations in the social sciences. *Ethics and Information Technology* [en línea], vol. 21, no. 2, [consulta: 14 octubre 2023]. ISSN 15728439. DOI 10.1007/S10676-018-9495-Z/FIGURES/4. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10676-018-9495-z>.
- ARIAS GONZÁLES, L., 2020. Técnicas e instrumentos de investigación científica. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación [en línea], vol. Primera ed, no. 9972-834- 08- 05, [consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2238>.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, M. de A. y R. (MINAGRI), 2018. Metodología para determinación del Índice de Calidad de Agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. [en línea]. S.l.: [consulta: 16 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440>
- ATENCIO SANTIAGO, H., 2018. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco- 2018 [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 5 diciembre 2023]. Disponible en: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA), 2020. Se inició primer monitoreo de la calidad del agua en la Laguna del Sauce. Plataforma del Estado Peruano [en línea]. Tarapoto, 9 noviembre 2020. [consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/313170-se-inicio-primer-monitoreo-de-la-calidad-del-agua-en-la-laguna-del-sauce>.
- AYALA, B.T. y DANESA, Y., 2022. Calidad del agua para consumo humano y su relación con enfermedades gastrointestinales en niños menores de 5 años en el distrito de San Nicolás- Carlos Fermín Fitzcarrald, 2021. S.l.: s.n.
- BIRAWIDA, A.B., IBRAHIM, E., MALLONGI, A., RASYIDI, A.A. AI, THAMRIN, Y. y

- GUNAWAN, N.A., 2021. Clean water supply vulnerability model for improving the quality of public health (environmental health perspective): A case in Spermonde islands, Makassar Indonesia. *Gaceta Sanitaria*, vol. 35, ISSN 0213-9111. DOI 10.1016/J.GACETA.2021.10.095.
- BOJAGO, E., TYAGI, I., AHAMAD, F. y CHANDNIHA, S.K., 2023. GIS based spatial-temporal distribution of water quality parameters and heavy metals in drinking water: Ecological and health modelling. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* [en línea], vol. 130, [consulta: 14 octubre 2023]. ISSN 14747065. DOI 10.1016/j.pce.2023.103399. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474706523000438>.
- CANO, J.R.M., FALCÓN, V.V. y MARTÍNEZ, B.S., 2021. Diseases transmitted by the consumption of poor quality water. *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S2, ISSN 22183620.
- CERNA-CUEVA, A.F., AGUIRRE-ESCALANTE, C., WONG-FIGUEROA, B.L., TELLO-CORNEJO, J.L. y PINCHI-RAMÍREZ, W., 2022. Water quality for irrigation in the Huallaga basin, Peru. *Scientia Agropecuaria*, vol. 13, no. 3, ISSN 23066741. DOI 10.17268/sci.agropecu.2022.022.
- CHOQUE-QUISPE, D., LIGARDA-SAMANEZ, C.A., SOLANO-REYNOSO, A.M., RAMOS-PACHECO, B.S., QUISPE-QUISPE, Y., CHOQUE-QUISPE, Y. y KARI-FERRO, A., 2021. Water quality index in the high-Andean micro-basin of the Chumbao River, Andahuaylas, Apurímac, Peru [Índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú]. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 12, no. 1, ISSN 20072422. DOI 10.24850/J-TYCA-2021-01-02.
- CHREA, S., TUDESQUE, L. y CHEA, R., 2023. Comparative assessment of water quality classification techniques in the largest north-western river of Cambodia (Sangker River-Tonle Sap Basin). *Ecological Indicators*, vol. 154, ISSN 1470-160X. DOI 10.1016/J.ECOLIND.2023.110759.
- DUEÑAS JURADO, C. y HINOJOSA YZARRA, L., 2021. La Calidad del agua potable y su influencia en la salud humana. *GnosisWisdom* [en línea], vol. 1, no. 3, [consulta: 15 octubre 2023]. ISSN 2789-4282. DOI 10.54556/GNOSISWISDOM.V1I3.19. Disponible en: <https://journal.gnosiswisdom.pe/index.php/revista/article/view/19>.
- ELÍAS SILUPU, J.W., AVALOS LUIS, C.A. y MEDRANO OBANDO, J., 2020. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano y enfermedad diarreica aguda en el Distrito de Rázuri. Provincia de Ascope. La Libertad

- Perú. Puriq [en línea], vol. 2, no. 1, [consulta: 14 octubre 2023]. ISSN 2707-3602. DOI 10.37073/puriq.2.1.69. Disponible en: <https://www.revistas.unah.edu.pe/index.php/puriq/article/view/69>.
- GATCHEL, R.J., RAY, C.T., KISHINO, N. y BRINDLE, A., 2020. The Biopsychosocial Model. The Wiley Encyclopedia of Health Psychology [en línea], [consulta: 14 octubre 2023]. DOI 10.1002/9781119057840.CH182. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/9781119057840.ch182>.
- GAVIDIA CASTILLO, R.L., IPARRAGUIRRE SAGASTEGUI, J.J., LUJÁN ROJAS, J.M., LAQUE FERNÁNDEZ, G.I.L., ALVA DIAZ, L.E. y MORENO AVALOS, L.M., 2022. Water quality of the Moche River Basin using the ICA-PE, La Libertad. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, vol. 2022, ISSN 24146390. DOI 10.18687/LACCEI2022.1.1.130.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI), 2020. "Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico". [en línea]. S.l.: [consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf.
- KRZYŚKO, M., WOŁYŃKI, W., SZYMKOWIAK, M. y WOJTYŁA, A., 2021. A Spatio-Temporal Analysis of the Health Situation in Poland Based on Functional Discriminant Coordinates. International Journal of Environmental Research and Public Health [en línea], vol. 18, no. 3, [consulta: 14 octubre 2023]. ISSN 16604601. DOI 10.3390/IJERPH18031109. Disponible en: </pmc/articles/PMC7908150/>.
- LIU, X., WANG, S., HOU, Y., LIU, C., LING, J., WEI, C., ZHOU, Q. y ZHENG, X., 2023. Freshwater environment risk assessment and derivation of human health ambient water quality criteria for SCCPs in China. Environmental Pollution, vol. 336, ISSN 0269-7491. DOI 10.1016/J.ENVPOL.2023.122379.
- LOZANO, R., ALFREDO, W., MANDUJANO, M.R. y CARLOS, S., 2020. Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para evaluar las condiciones ambientales de la Laguna Sauce, San Martín - 2020. Repositorio Institucional - UCV [en línea], [consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63367>.

- MALTA, D.C., BERNAL, R.T.I., LIMA, M.G., DA SILVA, A.G., SZWARCOWALD, C.L. y BARROS, M.B. de A., 2021. Socioeconomic inequalities related to noncommunicable diseases and their limitations: National Health Survey, 2019. *Revista Brasileira de Epidemiologia* [en línea], vol. 24, [consulta: 14 octubre 2023]. ISSN 1415-790X. DOI 10.1590/1980-549720210011.SUPL.2. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/ZRMgDg8DVvCKmkQC44WB7nH/>.
- MAMUN, M. y AN, K.G., 2022. Key factors determining water quality, fish community dynamics, and the ecological health in an Asian temperate lotic system. *Ecological Informatics*, vol. 72, ISSN 1574-9541. DOI 10.1016/J.ECOINF.2022.101890.
- MCCARTNEY, G., POPHAM, F., MCMASTER, R. y CUMBERS, A., 2019. Defining health and health inequalities. *Public Health*, vol. 172, ISSN 0033-3506. DOI 10.1016/J.PUHE.2019.03.023.
- MINISTERIO DE SALUD, 2019. Análisis de Situación de Salud del Perú 2019. [en línea]. S.l.: [consulta: 14 octubre 2023]. Disponible en: www.vitalstrategies.org.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2017. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua [en línea]. 2017. S.l.: s.n. [consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.
- MOHAMMADPOUR, A., ZAREI, A.A., DEHBANDI, R., KHAKSEFIDI, R., SHAHSAVANI, E., RAHIMI, S., ELSHALL, A.S. y AZHDARPOOR, A., 2022. Comprehensive assessment of water quality and associated health risks in an arid region in south Iran. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 135, ISSN 0273-2300. DOI 10.1016/J.YRTPH.2022.105264.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), 2023. Agua para consumo humano. Centro de Prensa [en línea]. [consulta: 10 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), 2023. Saneamiento. [en línea]. S.l.: [consulta: 10 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2022. Agua y Saneamiento .

[en línea]. [consulta: 12 octubre 2023]. Disponible en:
<https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>.

- PINTO, M., 2018. Calidad de agua superficial en el río Chili – en los sectores de Sachaca, Jacobo Hunter, Tiabaya Y Uchumayo para uso de riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Arequipa [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 5 diciembre 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/12367fdb-bf4e-4371-9b3b-4591d14471c3/content>.
- QASEMI, M., DARVISHIAN, Mostafa, NADIMI, H., GHOLAMZADEH, M., AFSHARNIA, M., FARHANG, M., ALLAHDADI, M., DARVISHIAN, Mohammad y ZAREI, A., 2023. Characteristics, water quality index and human health risk from nitrate and fluoride in Kakhk city and its rural areas, Iran. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 115, ISSN 0889-1575. DOI 10.1016/J.JFCA.2022.104870.
- RODRIGUEZ-ALVAREZ, M.S., MORAÑA, L.B., SALUSSO, M.M., GIL, J. y SEGHEZZO, L., 2018. Utilidad de los registros sanitarios locales para vincular la tasa de incidencia de diarreas con la calidad del agua de consumo. *Revista Argentina de Microbiología*, vol. 50, no. 4, ISSN 0325-7541. DOI 10.1016/J.RAM.2017.09.003.
- SALAS-ÁVILA, D., CHURA, F.F.C., QUISPE, G.B., MAMANI, E.Q., HUANQUIPÉREZ, R., COAQUIRA, E.V., BERNEDO-COLCA, F., SALAS-MERCADO, D. y HERMOZA-GUTIÉRREZ, M., 2021. Evaluation of heavy metals and social behavior associated a the water quality in the Suches River, Puno-Peru. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 12, no. 6, ISSN 20072422. DOI 10.24850/j-tyca-2021-06-04.
- SPECCHIULLI, A., PASTORINO, P., DE RINALDIS, G., SCIROCCO, T., ANSELMI, S., CILENTI, L., UNGARO, N. y RENZI, M., 2023. Multiple approach for assessing lagoon environmental status based on water bodies quality indices and microplastics accumulation. *Science of The Total Environment*, vol. 892, ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/J.SCITOTENV.2023.164228.
- VILLANUEVA, C.M., GARFÍ, M., MILÀ, C., OLMOS, S., FERRER, I. y TONNE, C., 2021. Health and environmental impacts of drinking water choices in Barcelona, Spain: A modelling study. *Science of The Total Environment*, vol. 795, ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/J.SCITOTENV.2021.148884.
- ZAGHLOUL, G.Y., EL-SAWY, M.A., KELANY, M.S., ELGENDY, A.R., ABDEL HALIM, A.M., SABRAH, M.M. y EL-DIN, H.M.E., 2023. A comprehensive

evaluation of water quality and its potential health risks using physicochemical indices in coastal areas of the Gulf of Suez, Red Sea. *Ocean & Coastal Management* [en línea], vol. 243, [consulta: 14 octubre 2023]. ISSN 0964-5691. DOI 10.1016/J.OCECOAMAN.2023.106717.

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033350619301076>.

ZHANG, J., WANG, M., REN, K., YAN, K., LIANG, Y., YUAN, H., YANG, L. y REN, Y., 2023. The relationship between mountain wetland health and water quality: A case study of the upper Hanjiang River Basin, China. *Journal of Environmental Management*, vol. 346, ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/J.JENVMAN.2023.118998.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia “La calidad de agua de la laguna Sauce y su relación con la salud de la población”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Calidad de agua de la laguna Sauce	Características físicas	pH	Tipo: Básico
Cuál es la relación de la calidad del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023	Determinar la relación de la calidad del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023.	La calidad del agua de la laguna Sauce se relaciona significativamente con la salud de la población, 2023			Sólidos suspendidos totales (SST)	Enfoque:
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas:			Temperatura	Cuantitativo
Cuál es la relación entre las características físicas del agua de la laguna Sauce y la salud de la población, 2023	Determinar la relación entre las características físicas de las aguas de la laguna sauce con la salud de la población, 2023	H1: Las características físicas del agua de la laguna Sauce se relacionan significativamente con el estado de la población, 2023		Características químicas	Fósforo total Nitrogeno total Aceites y grasas DQO Cobre OD Cromo Zinc	Diseño: No experimental
Cuál es la relación entre las características químicas del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023	Determinar la relación entre las características químicas de las aguas de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023	H2: Las características químicas del agua de la laguna Sauce se relacionan significativamente con el estado de la población, 2023.				Nivel: Correlacional.
Cuál es la relación entre las características biológicas del agua de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023	Determinar la relación entre las características biológicas de las aguas de la laguna Sauce con la salud de la población, 2023	H3: Las características biológicas del agua de la laguna Sauce se relacionan significativamente con el estado de la población, 2023.			Características biológicas	Coliformes termotolerantes Coliformes Totales E. Coli
					Muestra:	

			Salud de la población	Enfermedades relevantes relacionadas con el agua	Transportadas por el agua	196 pobladores
					Soportados por el agua	Técnica
					Vinculados con el agua	Análisis documental
					Lavadas por el agua	Instrumentos:
					Dispersadas por el agua	Guía de análisis documental

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensione	Indicadores
Calidad de agua de la laguna Sauce	El agua es un recurso natural crucial que se utiliza a nivel mundial para el desarrollo social y económico (agricultura, industria, recreación, riego, etc.) para sustentar la vida diaria de las personas (Chrea et al., 2023). Es fundamental destacar la importancia de la calidad del agua en el contexto de la salud pública ambiental (Mamun & An, 2022).	La calidad del agua es esencial para la salud, la seguridad alimentaria y el bienestar ambiental; los problemas de calidad del agua, como la contaminación y la degradación de ecosistemas acuáticos, son desafíos globales que requieren una atención especial. Esta se ocupa de los factores ambientales que inciden directamente en la salud humana, entre ellos los aspectos físicos, químicos y biológicos del agua, así como los comportamientos relacionados con su uso y manejo.	Características físicas	pH
				Temperatura
				Sólidos suspendidos totales (SST)
			Características químicas	Cobre
				Óxígeno disuelto (OD)
				Demanda Química de oxígeno (DQO)
				Cromo
				Zinc
			Características biológicas	Fosforo
				Coliformes termotolerantes
Coliformes Totales				
Salud de población	Denota la salud física y mental general de las personas, que es un factor esencial para el éxito de los individuos en la fuerza de trabajo (Krzyśko et al., 2021, p. 2)	La variable estado de salud será medida por intermedio de la dimensión enfermedades relevantes relacionadas con el agua a través de la aplicación de la guía de análisis documental donde se presenta un listado de enfermedades para consignar la calificación correspondiente: Leve, estable, grave y no registra. Luego los datos serán procesados y presentados mediante gráficos de frecuencias y porcentajes.	Enfermedades relevantes relacionadas con el agua	Transportadas por el agua
				Soportados por el agua
				Vinculados con el agua
				Lavadas por el agua
				Dispersadas por el agua

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL			
Información general			
Nombre del lugar:			
Departamento/ Provincia:			
Nombre de la persona que toma la muestra:			
Fecha:		Hora:	
Identificación de puntos de monitoreo			
Afluente			
Denominación del punto de muestreo (afluente):			
Coordenadas UTM (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
Características físicas	Indicador	Valor Encontrado	ECA 004-2017
			(MINAM)
	Temperatura		
	Sólidos suspendidos totales (SST)		
Características químicas	pH		
	Oxígeno disuelto (OD)		
	Cobre		
	Demanda Química de oxígeno (DQO)		
	Fósforo total		
	Cromo		
	Zinc		
Características microbiológicas	Coliformes termotolerantes		
	Coliformes totales		
	E. coli		

Anexo 4. Cuestionario de Estado de salud

Este cuestionario tiene como propósito determinar la relación de la calidad de agua de la laguna Sauce y la relación con la salud de la población. Dicha información será de ayuda importancia para identificar propuestas futuras a la mejora de la calidad del agua de la Laguna Sauce.

Su participación es totalmente voluntaria y no será obligatoria llenar dicha encuesta si es que no lo desea. Si decide participar en este estudio, por favor responda el cuestionario, así mismo puede dejar de llenar el cuestionario en cualquier momento, si así lo decide.

He leído los párrafos anteriores y reconozco que al llenar y entregar este cuestionario estoy dandomi consentimiento para participar en este estudio.

Indicaciones:

A continuación, encontrarás una escala con afirmaciones que debes marcar con una X según tu opinión. Ten en cuenta que la escala va de acuerdo con tu cercanía a la afirmación.

I. Datos generales

Edad: _____

Género

a) Femenino

b) Masculino

Consume agua de la Laguna Azul

a) Si

b) No

Principal uso del agua de la Laguna Azul

a) Lavado de ropa

b) Lavado de utensilios

c) Cocinar alimentos

d) Higiene personal

e) Recrearse (nadar, pescar)

Nº	Variable: Estado de salud	Escala de medición				
Dimensión: Enfermedades relevantes relacionadas con el agua						
Indicador: Transportadas por el agua						
1	¿Está usted familiarizado con las enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera, la fiebre tifoidea, las hepatitis A y E, los enterovirus y las parasitosis intestinales?	1	2	3	4	5
		Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
2	Indique en qué medida ha experimentado o conoce a alguien que ha experimentado síntomas como diarrea, fiebre o ictericia (cólera, tifoidea, hepatitis A) debido al consumo de agua de la Laguna Sauce.	1	2	3	4	5

		Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
3	¿Le preocupa que las aguas residuales de la Laguna Sauce puedan contaminar el agua potable y provocar enfermedades en su familia?	1	2	3	4	5
4	¿Considera que las autoridades locales están tomando medidas suficientes para prevenir la propagación de estas enfermedades a través del agua en la zona?	1	2	3	4	5
Indicador: Soportados por el agua						
		Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
5	¿Con que frecuencia ha observado la presencia de caracoles o roedores cerca de la Laguna Sauce?	1	2	3	4	5
6	¿Indique en qué medida ha experimentado o conoce a alguien que ha experimentado síntomas como dolor abdominal, fiebre o ictericia (fasciolosis, leptospirosis)?	1	2	3	4	5
Indicador: Vinculados con el agua						
		Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
7	¿Considera que enfermedades como la malaria, dengue, Zika y la fiebre amarilla pueden ser transmitidas por vectores que completan parte de su ciclo de vida en el agua?	1	2	3	4	5
8	¿Cree que las condiciones locales en la zona de la Laguna Azul podrían aumentar el riesgo de estas enfermedades debido a la presencia de vectores en el agua?	1	2	3	4	5
9	Ha experimentado o conoce a alguien que ha experimentado síntomas de malaria, dengue, Zika o fiebre amarilla	1	2	3	4	5
Indicador: Lavadas por el agua						
10	¿Cree que la falta de acceso a agua limpia y la higiene adecuada podrían estar relacionadas con problemas de salud en la zona de la Laguna Azul?	1	2	3	4	5
11	¿Ha experimentado o conoce a alguien que ha experimentado síntomas como picazón, erupciones cutáneas o fiebre (pediculosis, acarosis, rickettsiosis) debido a la falta de higiene?	1	2	3	4	5
12	¿Cree que el esfuerzo de las autoridades es suficiente para mejorar el acceso a agua limpia y reducir el riesgo de enfermedades?	1	2	3	4	5
Indicador: Dispersadas por el agua						

13	Indique en qué medida considera que ciertos organismos que se encuentran en el agua pueden causar enfermedades al ser inhalados	1	2	3	4	5
14	Ha experimentado o conoce a alguien que ha experimentado síntomas como fiebre, tos y dificultad para respirar (legionelosis) después de estar expuesto al agua de la laguna.	1	2	3	4	5
15	Cree que la calidad del aire en la zona de la Laguna Azul podría verse afectada por organismos que se dispersan a través del agua y causan enfermedades por inhalación?	1	2	3	4	5
16	Considera que faltan acciones de las autoridades para prevenir la proliferación de bacterias en la laguna Sauce.	1	2	3	4	5

Anexo 5. Determinación de la muestra

Se aplicó la fórmula para el cálculo de la muestra de población finita:

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

Dónde:

N: población

n: muestra

σ : desviación estándar

p: probabilidad de éxito.

q: probabilidad de no éxito

e: límite de error muestral

Z: valor en la distribución de Gauss, $Z (\alpha=0.05) = 1.96$

$$n = \frac{1.65^2 \times 6459 \times 0.5 \times 0.5}{0.1^2(6459-1) + 1.65^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{4396.15}{64.58 + 0.6806}$$

$$n = \frac{4396.15}{66.261}$$

$$n = 196$$



Anexo 6. Evaluación por juicio de expertos

Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

I. ASPECTOS DE VALIDACION
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				x	
ACTUALIDAD	instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación ilegal inherente a la variable					x
ORGANIZACIÓN	los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respeto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.					x
SUFICIENTE	los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones y indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio					X
CONSISTENCIA	la información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	los ítems del instrumentó expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					X
METODOLOGIA	la relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINECIA	la redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL						43

(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 Excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

II. OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido
Promedio de valoración: 43

Tarapoto 13 de septiembre del 2023

Ing. Mg. Carmelino Almaraz Villegas
CIP 142801

Anexo 7. Evaluación por juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

I. ASPECTOS DE VALIDACION
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
ACTUALIDAD	instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación ilegal inherente a la variable					x
ORGANIZACIÓN	los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respeto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.					x
SUFICIENTE	los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones y indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio					x
CONSISTENCIA	la información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	los ítems del instrumentó expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					x
METODOLOGIA	la relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINECIA	la redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL						45

(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 Excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

II. OPINION DE APLICABILIDAD
 El instrumento es valido
Promedio de valoración

Tarapoto 13 de septiembre del 2023



Anexo 8. Evaluación por juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

I. ASPECTOS DE VALIDACION
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				x	
ACTUALIDAD	instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación ilegal inherente a la variable					x
ORGANIZACIÓN	los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respeto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.					x
SUFICIENTE	los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones y indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio					x
CONSISTENCIA	la información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	los ítems del instrumentó expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable					x
METODOLOGIA	la relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINECIA	la redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
PUNTAJE TOTAL						43

(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 Excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido

Promedio de valoración 43

Tarapoto 13 de septiembre del 2023



Ing. MgSc. Andrés Erick Gonzales López
CIP 147812

Anexo 09. Consentimiento informado

Consentimiento Informado

Título de la investigación: La calidad de agua de la laguna Sauce y su relación con la salud de la población, 2023.

Investigador: Pinedo Curi, Daniel Alejandro

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada "La calidad de agua de la laguna Sauce y su relación con la salud de la población, 2023", cuyo objetivo es determinar la relación de la calidad de agua de la laguna Sauce y la relación con la salud de la población. Esta investigación es desarrollada por un estudiante de pregrado de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo del campus Tarapoto aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad.

Describir el impacto del problema de la investigación.

Dicha información será de ayuda importancia para identificar propuestas futuras a la mejora de la calidad del agua de la Laguna Sauce.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: "La calidad de agua de la laguna Sauce y su relación con la salud de la población, 2023"
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 5 minutos y las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador: Pinedo Curi Daniel Alejandro y Docente asesor: Dr. Luis Ordoñez

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos:

Fecha y hora:

Anexo 10. Cadena de custodia

SOMALAB CADENA DE CUSTODIA DE CALIDAD DE AGUA

N° DE INFORME: JE-23-409

Plan de muestreo
Coficiación
Orden de Servicio

CLIENTE / RUC: Daniel Pinedo Cusi

CONTACTO: Daniel Pinedo Cusi

E-MAIL: [blank]

TELÉFONO: 969068456

INFORMACIÓN DEL PROYECTO: Calidad del agua de la laguna Source y puntas roblat

RAZÓN SOCIAL: Tesis

DIRECCIÓN: Tarma

LIJARA DEL PROYECTO (Departamento / Provincia / Distrito): Source

ITEM	PUNTO DE MUESTREO / ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	CÓDIGO DE LABORATORIO	COORDENADAS	FECHA Y HORA DE MUESTREO (dd/mm)		CLASIFICACIÓN		N° DE FRASCOS		PARAMETROS (Marcar con "X" la opción)					
					INICIO	FINAL	GRUPO	SUB GRUPO	V	P	T ^m Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (µs/cm)	OC (mg/L)		
1	Muestra N°1	Laguna Source	1-23-203	365609 925777	10-09	10:17			03							
2	Muestra N°2	Laguna Source	1-23-203	365449 925777	10-22	10:28			03							
3	Muestra N°3	Laguna Source	1-23-203	365777 925777	10-30	10:37			03							

Legenda

Preservantes

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

MUESTREO REALIZADO POR: Empresa: **Individuo** SOMALAB CLIENTE

Responsable: **Daniel Pinedo**

Firma: [Firma]

SUPERVISOR / CLIENTE: Nombre: [blank] Cargo: [blank] Firma: [blank]

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: EQUIPOS: [blank]

SOLO PARA SER LLENADO POR SOMALAB - CONFORMIDAD / OBSERVACIONES DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Realizado por: **Jordy Rdo** Sello: [Sello]

Fecha: (dd-mm-aa) **02-10-2023** Hora: (dd:gg) **09:00**

Condición de la(s) Muestra(s): **CONFORME** NO CONFORME

Cadena de frío: **SI** NO

SOMALAB S.A.C. RUC: 20602097235 Av. Proceso de la Independencia 3525 - San Juan de Lurigancho - Lima. Telf: 765-7720 info@somalab.com.pe www.somalab.com.pe

LAB-F-13.1.3

Anexo 11. Informe de ensayo de laboratorio en Tarapoto



Universidad Peruana Unión
E.P. Ingeniería Ambiental
Laboratorio de Medio Ambiente



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

INFORME DE ENSAYO N° 005-LMA-EPIA-UPeU-FT/2023

SOLICITANTE: DANIEL PINEDO CURTI

Dirección: Laguna Azul - Sauce

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : Agua Superficial
N° de muestras : 03 muestras de 500 mL
Fecha y hora de inicio de muestreo : 20.09.2023/3:53 p.m.

CONTROL DE LABORATORIO

Fecha de recepción : 20.09.2023/8:30 p.m.
Fecha de ensayo : 21.09.2023

RESULTADOS

1. FISICOQUÍMICO

COD. LAB.	MUESTRA		ENSAYO FISICOQUÍMICO		
	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	pH	T (°C)	SST (mg/L)
001	Laguna Azul	Muestra 01	9.44	31.50	0.5
002	Laguna Azul	Muestra 02	9.41	31.47	0.4
003	Laguna Azul	Muestra 03	9.39	30.66	0.4

2. QUÍMICO

COD. LAB.	MUESTRA		ENSAYO QUÍMICO						
	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	Fósforo Total (mg/L)	Nitrógeno Total (mg/L)	DQO (mg/L)	Cobre (mg/L)	OD (mg/L)	Cromo (ug/L)	Zinc (mg/L)
001	Laguna Azul	Muestra 01	0.06	>25	200	0.01	6.38	56	3
002	Laguna Azul	Muestra 02	0.05	0.00	177	0.00	6.50	2	3
003	Laguna Azul	Muestra 03	0.09	>25	495	0.00	5.64	16	3

3. MICROBIOLÓGICO

COD. LAB.	MUESTRA		ENSAYO MICROBIOLÓGICO		
	MATRIZ	PUNTO DE MUESTREO	Coliformes Totales (NMP/mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/mL)	E. Coli (NMP/mL)
001	Laguna Azul	Muestra 01	31	7.4	<1.8
002	Laguna Azul	Muestra 02	17	3.6	<1.8
003	Laguna Azul	Muestra 03	12	6	1.8

Nota: <1.8, es el límite inferior del método, se interpreta como ausencia.

Emisión de resultados: 28 de septiembre de 2023.

Anexo 12. Informe de ensayo de Lima



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-177



Registro N°LE - 177

INFORME DE ENSAYO IE-23-409

Razon Social : **TESIS**
 Dirección legal del cliente : TARAPOTO
 Solicitado por : ING. DANIEL PINEDO CURI
 N° de Cotización : P-2023-400
 N° de Orden de Servicio : OS-23-221
 Muestra(s) declarada(s) : AGUA NATURAL SUPERFICOAL (LAGUNA)
 Procedencia de la Muestra : **Nombre del Proyecto:** CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA SAUCE Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE LA POBLACIÓN
Lugar de Proyecto: SAUCE
 Muestreado por : SOMALAB
 Cantidad de Muestra(s) : 3
 Fecha de recepción de muestras: : 2023-10-02
 Plan de monitoreo : NO APLICA
 Fecha de Inicio del Análisis : 2023-10-02
 Fecha de Emisión de Informe : 2023-10-12

Pág. 1 de 2
LAB-F-2.3

Código de Cliente		MUESTRA N°1	MUESTRA N°2	MUESTRA N°3	
Descripción del Punto de Muestreo		LAGUNA SAUCE	LAGUNA SAUCE	LAGUNA SAUCE	
Código de Laboratorio		M-23-784	M-23-785	M-23-786	
Coordenadas UTM WGS 84		N:9259727 E:365608	N:9258827 E:365419	N: 9257723 E: 365272	
Instructivo de muestreo		LAB-I-13.4	LAB-I-13.4	LAB-I-13.4	
Matriz		AGUA NATURAL SUPERFICOAL (LAGUNA)	AGUA NATURAL SUPERFICOAL (LAGUNA)	AGUA NATURAL SUPERFICOAL (LAGUNA)	
Muestreo	Fecha	1/10/2023	1/10/2023	1/10/2023	
	Hora	10:09 hrs	10:22 hrs	10:30 hrs	
PARÁMETROS					
Parámetro de Ensayo	Unidades	L.C.M.	Resultados	Resultados	Resultados
Temperatura*	°C	0.1	22.1	22.3	22.2
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	9.9	10.5	8.6

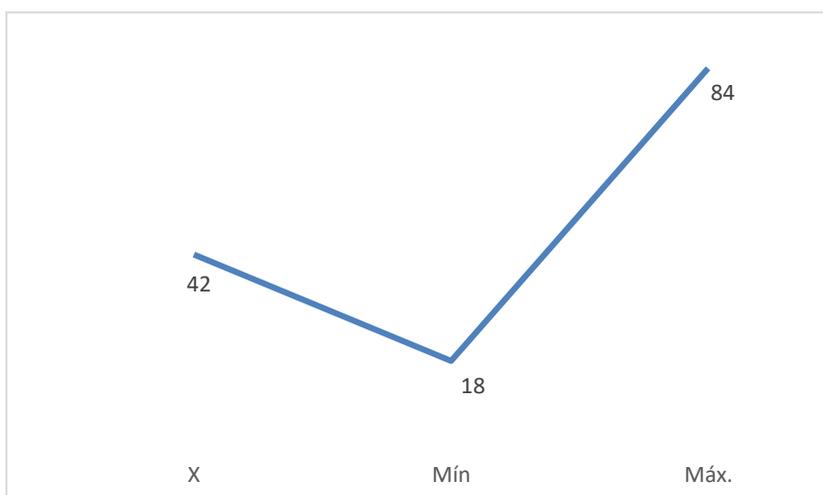
* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por INACAL-DA

Anexo 13. Resultados de encuesta aplicada a la población de Sauce

El promedio de edad de los participantes fue 42 años, la edad mínima fue 18 años y la máxima 84 años (figura 31).

Figura 31

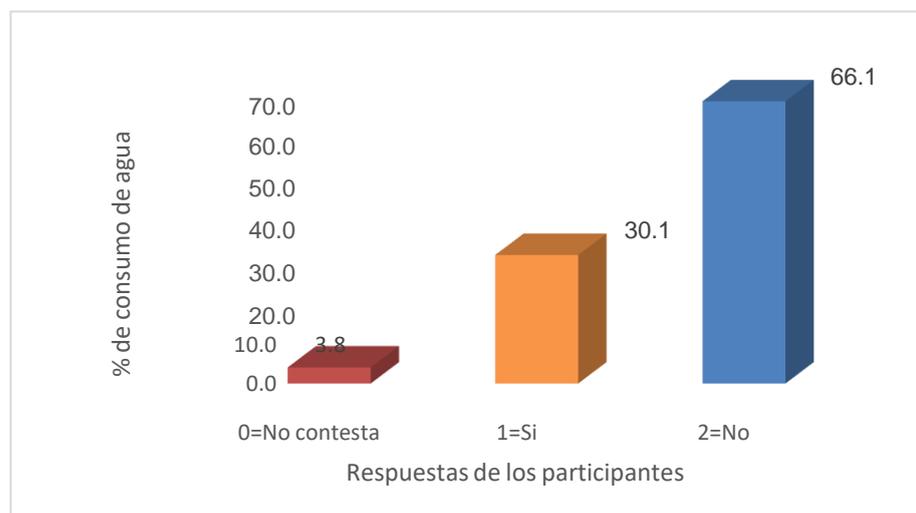
Edad de las personas que viven en los alrededores de la laguna Sauce, 2023.



El 30,1% de la población consume agua de la laguna Sauce, mientras que el 66,1% no lo hace y el 3,8% de la población prefiere no responder al respecto (figura 32).

Figura 32

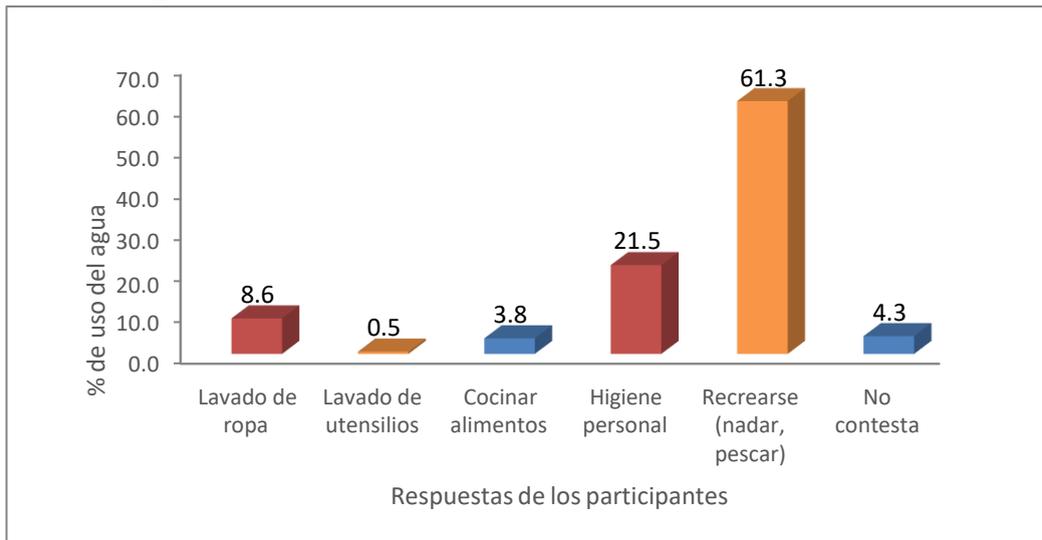
Consumo de agua de las personas que viven en los alrededores de la laguna Sauce, 2023



El 30,1% de la población consume agua de la laguna Sauce, mientras que el 66,1% no lo hace y el 3,8% de la población prefiere no responder al respecto (figura 33).

Figura 33

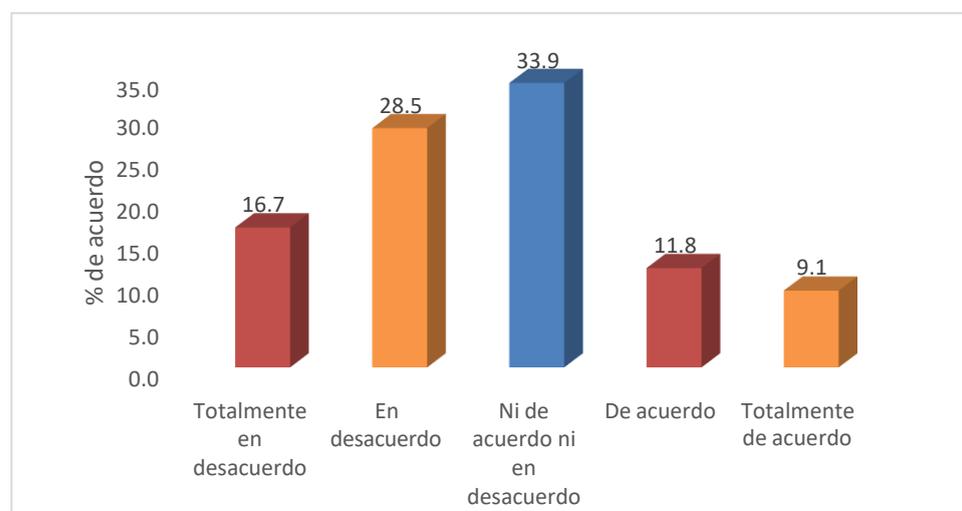
Principal uso del agua por las personas que viven a los alrededores de la laguna Sauce, 2023.



Enfermedades: cólera, fiebre, tifoidea, hepatitis A y E, enterovirus y parasitosis intestinales son transmitidas por el agua de la laguna de Sauce. Las enfermedades: cólera, fiebre, tifoidea, hepatitis A y E, enterovirus y parasitosis intestinales, son transmitidas por el agua de la laguna de Sauce, según el 33,9% manifiestan ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado el 28,5% están en desacuerdo y el 11,8% y 9,1% de acuerdo y totalmente de acuerdo respectivamente (figura 34).

Figura 34.

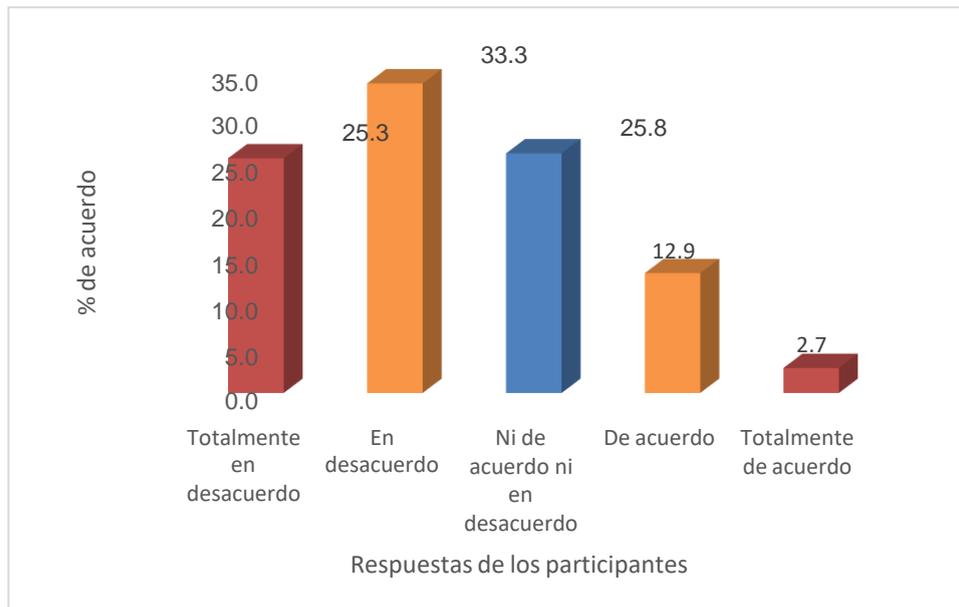
Enfermedades: cólera, fiebre, tifoidea, hepatitis A y E, enterovirus y parasitosis intestinales, son transmitidas por el agua de la laguna de Sauce.



La diarrea, fiebre o ictericia (cólera, tifoidea, hepatitis A), debido al consumo de agua de la laguna de Sauce. Las enfermedades: cólera, fiebre, tifoidea, hepatitis A y E, enterovirus y parasitosis intestinales, son transmitidas por el agua de la laguna de Sauce, según el 33,95% manifiestan ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado el 28,5% están en desacuerdo y el 11,8% y 9,1% de acuerdo y totalmente de acuerdo respectivamente (figura 35).

Figura 35.

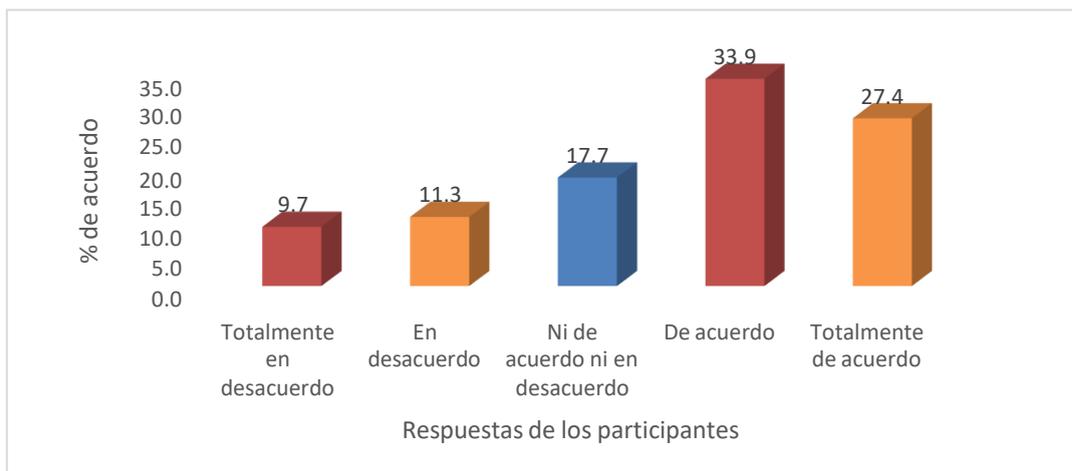
La diarrea, fiebre o ictericia (cólera, tifoidea, hepatitis A), debido al consumo de agua de la laguna de Sauce.



Las aguas residuales que ingresan a la laguna Sauce, contaminan y causan enfermedades a las personas. Hay una división en las respuestas, pero la mayoría (33,9% + 27,4% = 61,3%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que las aguas residuales que ingresan a la laguna Sauce contaminan y causan enfermedades. Un porcentaje significativo (17,7%) no tiene una opinión clara sobre este tema, ya que selecciona "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". El 21% (9,7% + 11,3%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación. Dado que una proporción significativa de personas percibe que las aguas residuales son una fuente de contaminación y enfermedades, es crucial realizar estudios y análisis científicos para evaluar la calidad del agua y su impacto en la salud pública (figura 36).

Figura 36

Las aguas residuales que ingresan a la laguna Sauce, contaminan y causan enfermedades a las personas.

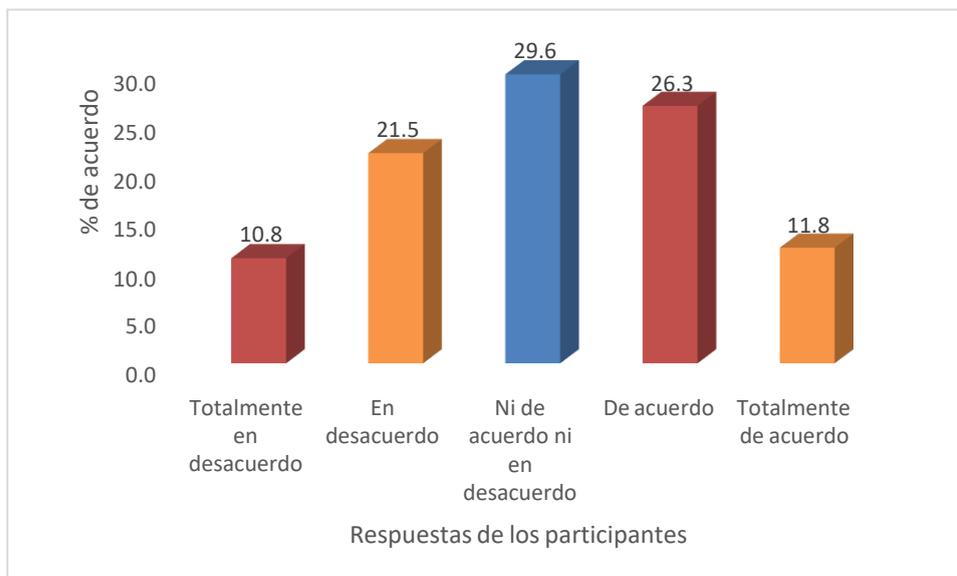


Las autoridades locales están tomando medidas suficientes para prevenir la contaminación de las aguas de la laguna Sauce y posibles enfermedades. Existe una variedad de respuestas, pero más de la mitad de los encuestados (29,6% + 26,3% + 11,8% = 67,7%) tiene alguna forma de acuerdo con la afirmación de que las autoridades locales no están tomando medidas suficientes.

Un 32,3% (10,8% + 21,5%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la percepción de que las autoridades están tomando medidas suficientes. La mayoría de las respuestas sugiere que hay una preocupación significativa entre la población sobre la eficacia de las medidas tomadas por las autoridades locales (figura 37).

Figura 37.

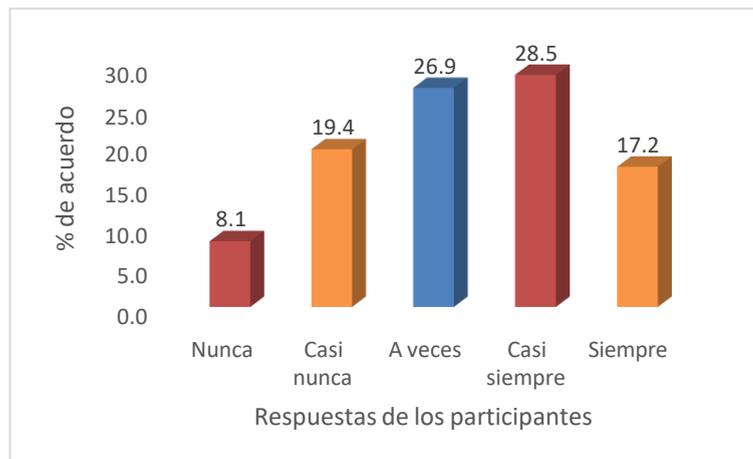
Autoridades locales están tomando medidas suficientes para prevenir la contaminación de las aguas de la laguna Sauce y posibles enfermedades.



Presencia de caracoles o roedores cerca de la laguna Sauce. La mayoría de las personas (25,3% + 33,3% = 58,6%) están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación de que han experimentado síntomas debido al consumo de agua de la laguna de Sauce. Un porcentaje significativo (25,8%) ni está de acuerdo ni en desacuerdo, lo que indica cierta ambigüedad o falta de certeza en sus respuestas. Solo el 15,6% (12,9% + 2,7%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación. La mayoría de las respuestas se encuentran en las categorías intermedias. La combinación de "A veces" y "Casi siempre" representa el 55,4% de las respuestas, lo que indica que la presencia de caracoles o roedores es observada con frecuencia variable por parte de los encuestados. Un 8,1% declara que nunca ha observado la presencia de caracoles o roedores, mientras que el 17,2% afirma que siempre lo observa. La presencia constante de caracoles o roedores (17,2%) podría indicar un problema potencial en la zona (figura 38).

Figura 38

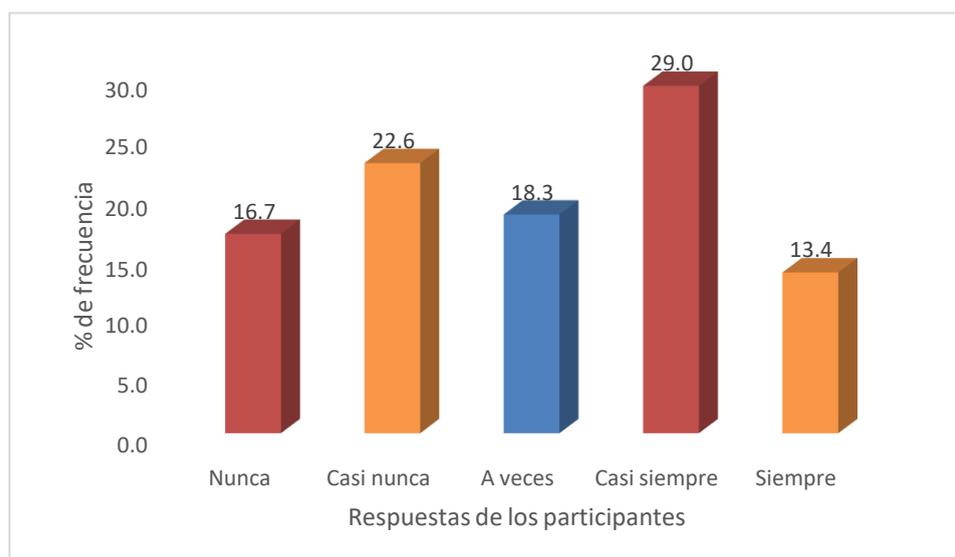
Presencia de caracoles o roedores cerca de la laguna



Síntomas de dolor fiebre o ictericia (fascioliasis, leptospirosis). La distribución de respuestas muestra que un porcentaje considerable de personas ($29,0\% + 13,4\% = 42,4\%$) indica que conocen a alguien que ha experimentado síntomas de dolor, fiebre o ictericia con frecuencia variable. Aproximadamente el $52,7\%$ ($16,7\% + 22,6\% + 13,4\%$) indica que esto ocurre raramente o nunca. La presencia de personas que conocen a alguien que ha experimentado síntomas sugiere la posibilidad de problemas de salud en la comunidad relacionados con enfermedades como fascioliasis o leptospirosis (figura 39).

Figura 39

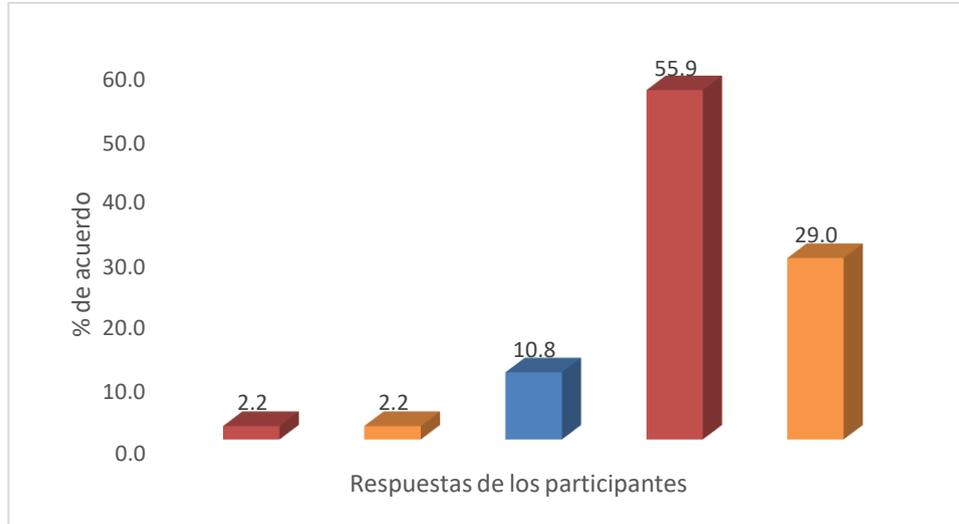
Síntomas de dolor fiebre o ictericia (fascioliasis, leptospirosis).



Los vectores de las enfermedades: malaria, dengue, Zika y fiebre amarilla, completan parte de su ciclo de vida en el agua. La mayoría de las personas (55,9%+29,0% = 84,9%) están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que los vectores de enfermedades como malaria, dengue, Zika y fiebre amarilla completan parte de su ciclo de vida en el agua. Un 10,8% no tiene una opinión clara sobre este tema, seleccionando "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". Solo un pequeño porcentaje (4,4% = 2,2% + 2,2%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. La mayoría de las personas parece tener un buen entendimiento de que los vectores de estas enfermedades dependen del agua en alguna etapa de su ciclo de vida. Este conocimiento puede ser útil para la implementación de medidas de control y prevención, como la gestión adecuada del agua para reducir los criaderos de mosquitos (figura 40).

Figura 40

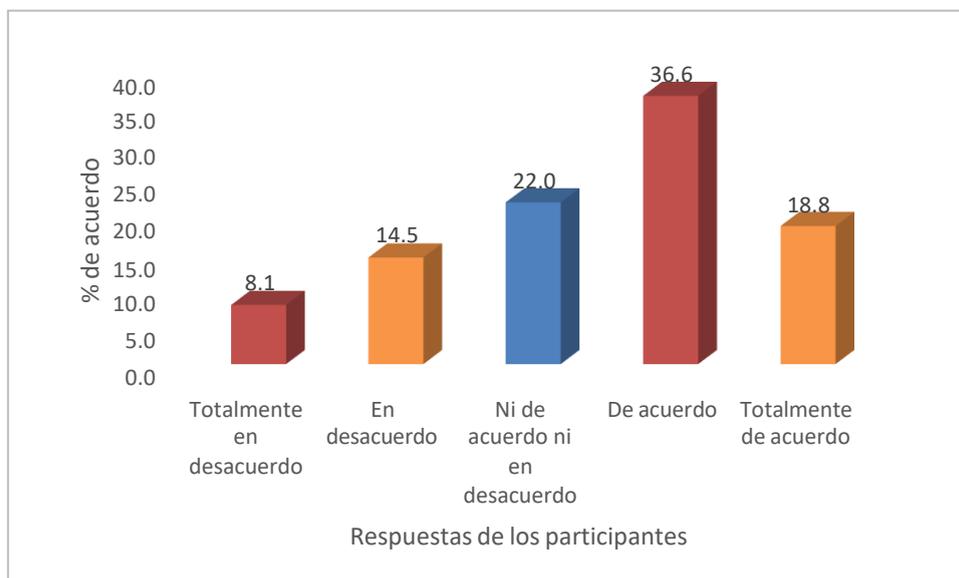
Los vectores de las enfermedades: malaria, dengue, Zika y fiebre amarilla, completan parte de su ciclo de vida en el agua



Las condiciones ecológicas de la laguna Sauce podrían aumentar el riesgo de la presencia de los vectores en el agua más de la mitad de los encuestados (36,6%+ 18,8% = 55,4%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que las condiciones ecológicas de la laguna Sauce podrían aumentar el riesgo de la presencia de vectores en el agua. Un 22,0% no tiene una opinión clara sobre este tema, seleccionando "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". Un 22,6% (8,1% + 14,5%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. La mayoría de las personas parecen percibir que las condiciones ecológicas de la laguna Sauce podrían representar un riesgo para la presencia de vectores en el agua. Este conocimiento puede ser valioso para las autoridades y los planificadores ambientales al considerar medidas de gestión y control para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores (tabla 37; figura 41).

Figura 41

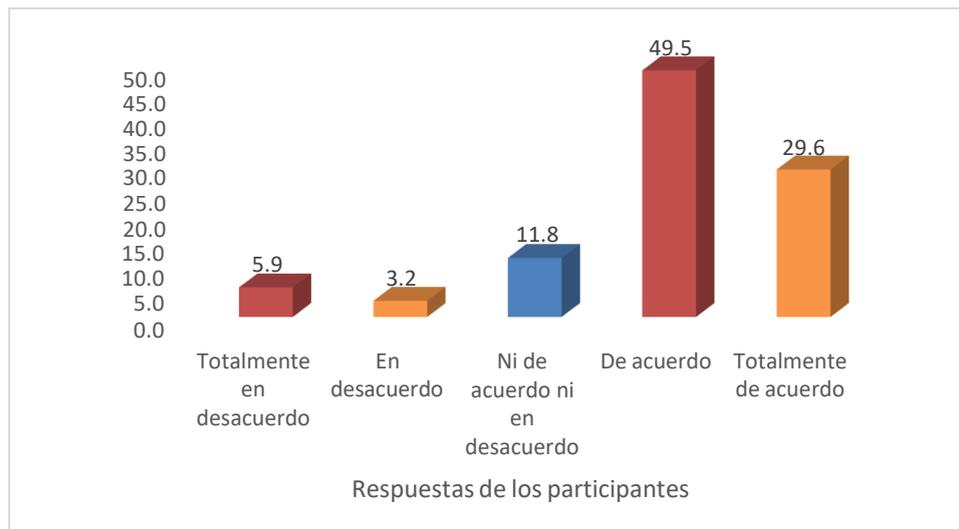
Las condiciones ecológicas de la laguna sauce podrían aumentar el riesgo de la presencia de los vectores en el agua



Síntomas de malaria, dengue, Zika o fiebre amarilla. La mayoría de las personas (49,5% + 29,6% = 79,1%) están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que conocen a alguien que ha experimentado síntomas de malaria, dengue, Zika o fiebre amarilla. Un 11,8% no tiene una opinión clara sobre este tema, seleccionando "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". Un 9,1% (5,9% + 3,2%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. La percepción general es que hay personas en la comunidad que han experimentado síntomas de enfermedades transmitidas por vectores como malaria, dengue, Zika o fiebre amarilla. Esta información refuerza la importancia de tomar medidas preventivas y de control para reducir la transmisión de estas enfermedades, lo que podría incluir acciones relacionadas con el control de vectores y la conciencia pública (figura 42).

Figura 42

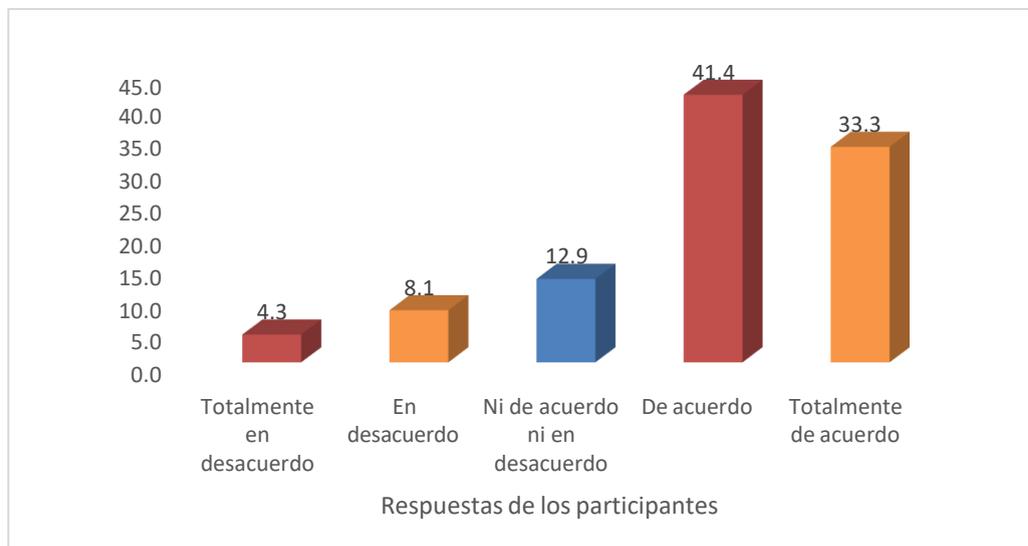
Síntomas de malaria, dengue, Zika o fiebre amarilla.



La inaccesibilidad al agua limpia e inadecuada higiene personal, podrían estar relacionadas con problemas de salud de las personas. La mayoría de las personas (41,4% + 33,3% = 74,7%) están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que la inaccesibilidad al agua limpia e inadecuada higiene personal podrían estar relacionadas con problemas de salud. Un 12,9% no tiene una opinión clara sobre este tema, seleccionando "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". Un 12,4% (4,3% + 8,1%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. La mayoría de las personas perciben una conexión entre la inaccesibilidad al agua limpia y la inadecuada higiene personal con problemas de salud. Esta percepción refuerza la importancia de abordar la disponibilidad de agua limpia y promover prácticas de higiene adecuadas como medidas clave para mejorar la salud pública (figura 43).

Figura 43

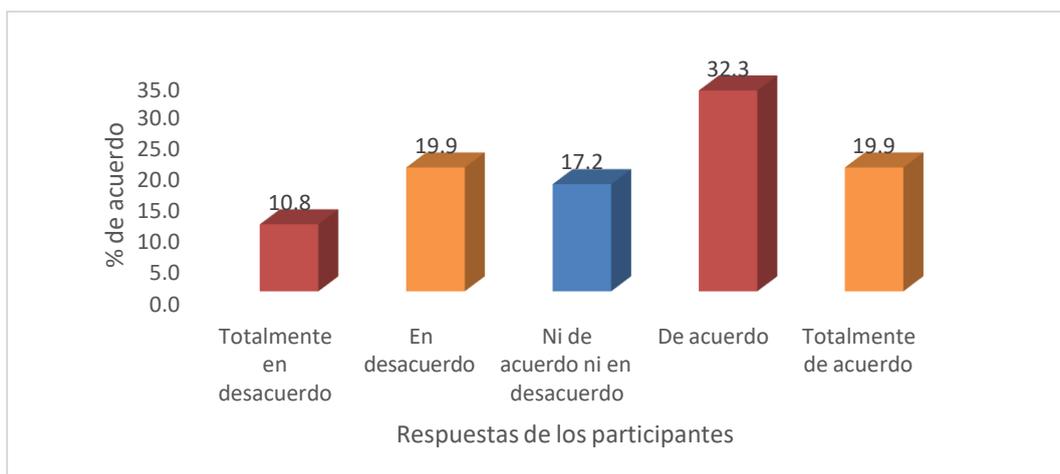
La inaccesibilidad al agua limpia e inadecuada higiene personal, podrían estar relacionadas con problemas de salud de las personas.



Síntomas como picazón, erupciones cutáneas o fiebre (pediculosis, acarosis, rickettsiosis), debido a dificultades de higiene, la distribución de respuestas muestra que hay una variedad de opiniones, pero un porcentaje significativo de personas (32,3% + 19,9% = 52,2%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que conocen a alguien que ha experimentado síntomas debido a dificultades de higiene un 28,1% (10,8% + 19,9%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Un 17,2% no tiene una opinión clara sobre este tema, seleccionando "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". La percepción de que las dificultades de higiene están relacionadas con síntomas cutáneos y fiebre podrían indicar la necesidad de mejorar las prácticas de higiene y abordar las condiciones que podrían contribuir a estos problemas de salud. Estos datos pueden ser útiles para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de mantener buenas prácticas de higiene y para respaldar iniciativas de salud pública en la comunidad (figura 44).

Figura 44

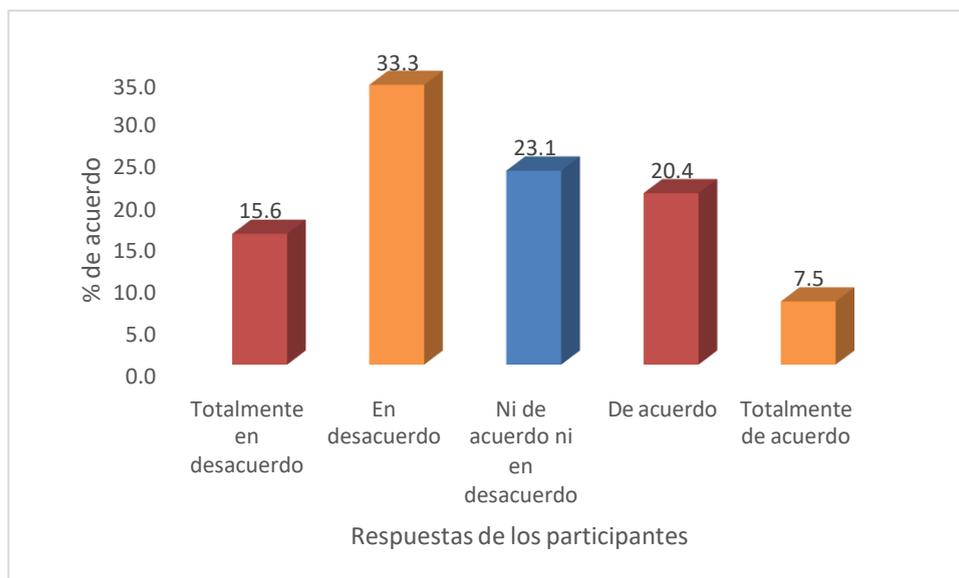
Síntomas como picazón, erupciones cutáneas o fiebre (pediculosis, acarosis, rickettsiosis), debido a dificultades de higiene



El esfuerzo de las autoridades es suficiente para mejorar el acceso a agua limpia y reducir el riesgo de enfermedades. La mayoría de las personas (15,6% + 33,3% = 48,9%) están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación de que el esfuerzo de las autoridades es suficiente. Un 23,1% no tiene una opinión clara sobre este tema, seleccionando "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". El 28% (20,4% + 7,5%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo. La percepción general es que hay una insatisfacción con los esfuerzos de las autoridades para mejorar el acceso a agua limpia y reducir el riesgo de enfermedades (figura 45).

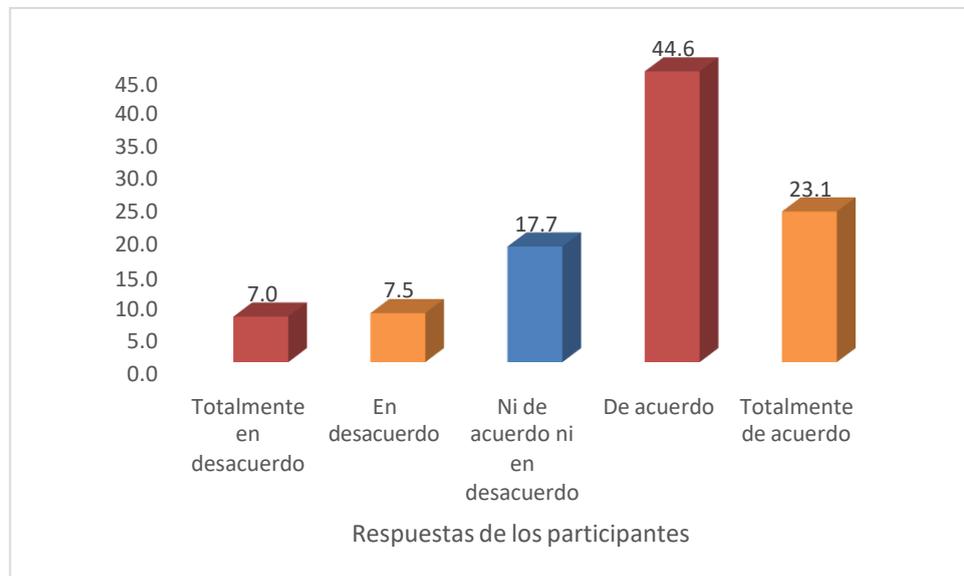
Figura 45.

El esfuerzo de las autoridades es suficiente para mejorar el acceso a agua limpia y reducir el riesgo de enfermedades



Organismos acuáticos causantes de enfermedades al ser ingerida. La mayoría de las personas (44,6% + 23,1% = 67,7%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que existen organismos acuáticos causantes de enfermedades al ser ingeridos. Un 25,2% (7,0% + 7,5% + 10,7%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Un 17,7% no tiene una opinión clara sobre este tema, seleccionando "Ni de acuerdo ni en desacuerdo". La percepción general es que una proporción significativa de la comunidad es consciente de que existen organismos acuáticos que pueden causar enfermedades cuando se ingieren. Este conocimiento puede ser crucial para la promoción de prácticas seguras de agua y saneamiento en la comunidad. Puede ser útil reforzar la educación sobre la calidad del agua y las prácticas seguras de consumo de agua para reducir los riesgos de enfermedades transmitidas por el agua (figura 46).

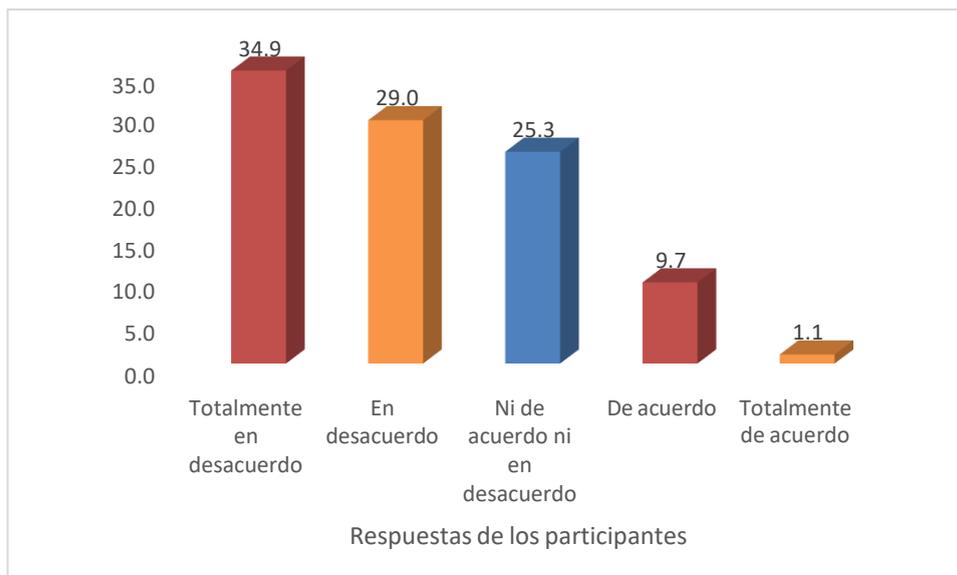
Figura 46
Organismos acuáticos causantes de enfermedades al ser ingeridas



Síntomas: fiebre, tos y dificultad para respirar (legionelosis), después de estar expuesto al agua de la laguna. La mayoría de las respuestas (65,0% + 29,0% = 94,0%) están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación presentada. Un 25,3% seleccionó "Ni de acuerdo ni en desacuerdo", indicando una falta de posición clara. Solo un pequeño porcentaje (9,7% + 1,1% = 10,8%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación. La mayoría de la comunidad parece estar en desacuerdo con algo, pero sin información adicional sobre la pregunta específica, es difícil determinar la naturaleza del desacuerdo. (figura 47).

Figura 47.

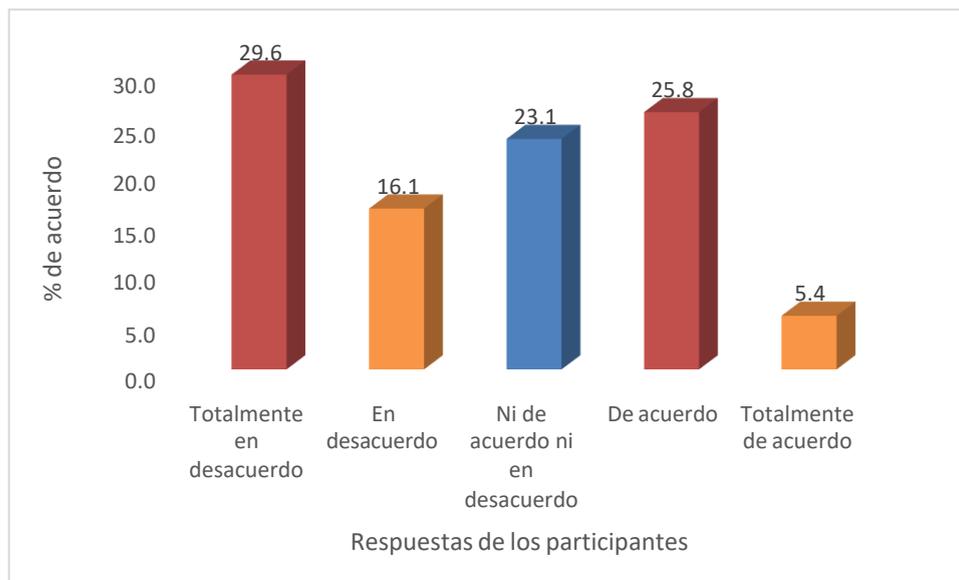
Síntomas: fiebre, tos y dificultad para respirar (legionelosis), después de estar expuesto al agua de la laguna.



Calidad del aire en la zona de la laguna Sauce podría ser afectada por organismos que, se dispersan a través del agua y causan enfermedades por inhalación. La distribución de respuestas muestra que hay una variedad de opiniones en la comunidad. La opción más seleccionada es "Totalmente en desacuerdo", con un 29,6%, seguida de "De acuerdo" con un 25,8%. Un 23,1% seleccionó "Ni de acuerdo ni en desacuerdo", indicando una falta de posición clara. Un 21.5% (16,1% + 5,4%) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, mientras que un 31,2% (25,8% + 5,4%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo. Las respuestas indican una diversidad de opiniones en la comunidad sobre el tema en cuestión (figura 48).

Figura 48.

La calidad del aire en la zona de la laguna Sauce podría ser afectada por organismos que, se dispersan a través del agua y causan enfermedades por inhalación.



Anexo 14. Índice de Calidad del Agua (ICA- PE)

ICA - PE	Calificación	Interpretación
90-100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75-89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45-74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0-29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.