



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL NIVEL DE
CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN AL RÍO ILAVE**

TESIS

PRESENTADA POR:

RONALD FUENTES TTUPA

VIRGINIA LARICO ILAQUITA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO


PUNO – PERÚ

2025



RONALD FUENTES TTUPA

EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS ...

 Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:473182382

198 Páginas

Fecha de entrega

11 jul 2025, 10:11 a.m. GMT-5

25.835 Palabras

Fecha de descarga

11 jul 2025, 10:15 a.m. GMT-5

142.260 Caracteres

Nombre de archivo

TESIS RONAL Y VIRGINIA (2).docx

Tamaño de archivo

34.2 MB





11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)


Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.


Walther B. Aparicio Araya Ph. D.
M. Sc. & Ingeniero Químico
DOCENTE PRINCIPAL I.D.E.
Reg. CIP 3029




D. Sc. German Quille Calizaya
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FIQ UNA - PUNO





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL NIVEL DE
CONTAMINACIÓN POR VERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA
LAGUNA DE OXIDACIÓN AL RÍO ILAVE

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. VIRGINIA LARICO ILAQUITA

Bach. RONALD FUENTES TTUPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO



APROBADA POR:

PRESIDENTE:

D.Sc. NAZARIO VILLAFUERTE PRUDENCIO

PRIMER MIEMBRO:

D.Sc. MOISES PEREZ CAPA

SEGUNDO MIEMBRO:

M.Sc. SALOMÓN TTITO LEÓN

DIRECTOR / ASESOR:

Ph.D WALTHER BENIGNO APARICIO ARAGON

ÁREA : Tecnología ambiental

TEMA : Recursos naturales y medio ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 6 de Mayo del 2025



DEDICATORIA

*“A **Dios Altísimo**, por la vida, salud y fortaleza que me ha concedido para alcanzar mis objetivos. A mis queridos padres, **Domingo Fuentes** y **Raymunda Ttupa**, pilares fundamentales de mi vida, cuyo amor incondicional y apoyo incesante han sido mi mayor inspiración. A mis hermanos(as), con su apoyo constante y presencia alentadora han sido fuente inagotable de motivación. Al ingeniero **Dany Aguilar** y su esposa, quienes en su momento me brindaron su apoyo incondicional. Sus palabras de aliento significativa en este camino.*

Este proyecto es el fruto del amor, apoyo y esfuerzo colectivo de todos ustedes. Es a ustedes a quienes dedico este logro.”

Ronald Fuentes TTupa



DEDICATORIA

*Dedico este trabajo con todo mi cariño y amor a mi madre **Margarita Ilaquita Mamani**, por su abnegado cariño, constancia y sacrificio, por inculcarme sentimientos de honestidad, trabajo y deseos de superación, que hizo todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños y por motivarme siempre. Quiero que sepas que lo que he logrado hubiera sido imposible de alcanzar sino tuviera la suerte de tenerte. Por siempre mil gracias.*

*A mis amigas de facultad en especial a **Zulma, Crish** y **Mariale** por estar siempre conmigo en cada situación y ayudándome cuando lo necesite y brindándome su apoyo en todo momento las quiero mucho y siempre podrán contar conmigo*

Virginia Larico Ilaquita



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano y Escuela Profesional de Ingeniería Química y a cada uno de nuestros docentes por la formación académica y ética que nos impartieron contribuyendo en nuestra formación profesional, para servir al pueblo con los conocimientos adquiridos.

Al Ph.D Walther Benigno Aparicio Aragón por brindarnos su apoyo hasta la culminación del presente proyecto de tesis y por las importantes enseñanzas que nos brindó a lo largo del trabajo de investigación.

A los HONORABLES MIEMBROS DEL JURADO.

Ronald Fuentes TTupa

Virginia Larico Ilaquita



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	23
ABSTRACT.....	24
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	26
1.1.1 Problema general	26
1.1.2 Problema específico	26
1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	27
1.2.1 Hipótesis general.....	27
1.2.2 Hipótesis específicas.....	27
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.3.1 Objetivo general.....	27
1.3.2 Objetivos específicos	27
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	28
1.4.1 Justificación ambiental	28



1.4.2	Justificación social.....	28
1.4.3	Justificación económica.....	29

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES.....	30
2.2	MARCO TEÓRICO.....	34
2.2.1	Medio ambiente.....	34
2.2.2	Impacto ambiental (IA).....	34
2.2.2.1	Clasificación de impacto ambiental.....	35
2.2.3	Evaluación de impacto ambiental.....	35
2.2.4	Aguas residuales.....	36
2.2.4.1	Elementos nocivos de las aguas servidas.....	36
2.2.5	Clasificación de aguas residuales.....	37
2.2.6	Río Ilave.....	38
2.2.7	Recursos naturales.....	38
2.2.8	Contaminación del agua.....	38
2.2.9	Contaminación del suelo.....	39
2.2.10	Tipos de contaminación: Local y difusa.....	40
2.2.11	Gestión ambiental.....	40
2.2.12	Ética ambiental.....	41
2.2.13	Efectos adversos para la salud.....	42
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	42
2.3.1	Agua.....	42
2.3.2	Suelo.....	43
2.3.3	Metales traza.....	43



2.3.4	Estándar de calidad ambiental (ECA).....	43
2.3.4.1	Estándar de calidad ambiental (ECA) para suelo.....	44
2.3.4.2	Estándar de calidad ambiental (ECA) para aire	44
2.3.4.3	Estándar de calidad ambiental (ECA) para agua	45
2.3.5	Marco legal general	45
2.3.6	Microbiología.....	47
2.3.6.1	Análisis microbiológico	47
2.3.6.2	Método del número más probable (NMP)	48

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	METODOLOGÍA	49
3.1.1	Diseño experimental	49
3.2	LUGAR DE ESTUDIO.....	50
3.2.1	Ubicación geográfica	53
3.2.2	Densidad poblacional.....	53
3.2.3	Climatología.....	54
3.2.3.1	El clima en Ilave	54
3.2.4	Temperatura promedio de Ilave	54
3.2.5	Balance hídrico Ilave	55
3.2.6	Vivienda.....	56
3.2.7	Accesibilidad	56
3.2.7.1	Acceso a la salud.....	57
3.2.7.2	Acceso a la educación.....	57
3.2.7.3	Acceso a servicios básicos	58
3.2.8	Gestión de residuos sólidos.....	59



3.3	PERIODO DE DURACIÓN DE ESTUDIO	60
3.4	MUESTRA	60
3.4.1	Instrumentos para la recolección de muestras	60
3.4.2	Materiales de laboratorio	61
3.4.3	Equipos de laboratorio	61
3.4.4	Insumos	62
3.5	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	62
3.6	METODOLOGÍA DE MUESTRAS PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL DE SUELO	64
3.6.1	Objetivos.....	64
3.6.2	Marco legal	64
3.6.3	Estación de muestreo para suelo	65
3.7	METODOLOGÍA DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL DE AGUA	66
3.7.1	Calidad de agua.....	66
3.7.1.1	Objetivos	66
3.7.1.2	Marco legal	67
3.7.1.3	Toma de muestra de agua.....	67
3.8	PROCEDIMIENTO	69
3.8.1	Procedimiento para el análisis de calcio como Ca^{++}	70
3.8.2	Procedimiento para la determinación de dureza total como $CaCO_3$	71
3.8.3	Procedimiento para la determinación de alcalinidad como $CaCO_3$	72
3.8.4	Procedimiento para el análisis de cloruros (Cl^-).....	73
3.8.5	Procedimiento para análisis de sulfatos	74
3.8.6	Análisis microbiológico de aguas por el método de NMP	75



**3.9 MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES EN BASE A LA MATRIZ DE LEOPOLD 76**

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**4.1 PARA EL PRIMER OBJETIVO: RESULTADOS DE MUESTRO DE LA
CALIDAD DE SUELO Y AGUA 84**

4.1.1 Muestra de calidad de suelo concentración de cadmio (Cd)..... 84

4.1.2 Concentración de Arsénico (As)..... 84

4.1.3 Concentración de Plomo (Pb) 85

4.1.4 Concentración de Mercurio (Hg)..... 86

**4.2 MUESTRA CALIDAD DE AGUA EN PARÁMETROS FÍSICO –
QUÍMICOS..... 86**

4.2.1 Parámetros considerados para el punto (1): Concentración de potencial de
Hidrógeno (pH) 87

4.2.2 Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 87

4.2.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) 88

4.2.4 Demanda química de oxígeno (DQO) 89

4.2.5 Cloruros como (Cl^-) 89

4.2.6 Sulfatos como (SO_4^-)..... 90

4.2.7 Nitratos como (NO_3^-)..... 91

4.3 PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL PUNTO (2) 91

4.3.1 Concentración de potencial de hidrógeno (pH) 91

4.3.2 Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 92

4.3.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) 93

4.3.4 Demanda Química de Oxígeno (DQO) 93



4.3.5	Cloruros como (Cl ⁻)	94
4.3.6	Sulfatos como (SO ₄ ⁻).....	95
4.3.7	Nitratos como (NO ₃ ⁻).....	95
4.4	PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL PUNTO (3).....	96
4.4.1	Concentración de potencial de Hidrogeno (pH)	96
4.4.2	Conductividad eléctrica (μS/cm)	97
4.4.3	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	97
4.4.4	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	98
4.4.5	Cloruros como (Cl ⁻)	99
4.4.6	Sulfatos como (SO ₄ ⁻).....	99
4.4.7	Nitratos como (NO ₃ ⁻).....	100
4.4.8	Análisis físico-químico en agua.....	101
4.4.9	Análisis químico en agua concentración de Arsénico (As)	102
4.4.10	Concentración de Mercurio (Hg).....	102
4.4.11	Concentración de Cadmio (Cd)	103
4.4.12	Concentración de Cobre (Cu)	104
4.4.13	Concentración de Plomo (Pb)	104
4.4.14	Concentración de Zinc (Zn).....	105
4.4.15	Análisis microbiológico en agua.....	106
4.5	PARA EL SEGUNDO OBJETIVO: VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN	107
4.6	PARA EL TERCER OBJETIVO: PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	116
4.6.1	Primera alternativa (implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).....	116



4.6.2	Pre diseño de PTAR.....	117
4.6.3	Diseño de PTAR	120
4.6.4	Diseño de canal de alimentación	121
4.6.5	Diseño de rejillas finas desbaste cribado	123
4.6.6	Diseño de desarenador	124
4.6.7	Diseño de pozos para retención de gruesos:	128
4.6.8	Diseño de un vertedero rectangular sin contracciones:	129
4.6.9	Diseño de canal Parshall:	131
4.6.10	Condiciones de entrada de canaletas Parshall:	133
4.6.11	Diseño de sedimentador primario:	134
4.6.12	Segunda alternativa.....	137
4.7	DISCUSIÓN	139
4.7.1	Contrastación de hipótesis general	139
4.7.1.1	Verificación de hipótesis general	139
4.7.1.2	Verificación de hipótesis específicas.....	140
4.7.1.3	Contrastación de resultados	140
V.	CONCLUSIONES.....	145
VI.	RECOMENDACIONES.....	147
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
ANEXOS	158



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Principales actividades económicas	50
Tabla 2 Viviendas con acceso a agua potable	51
Tabla 3 Viviendas con y sin energía eléctrica.....	51
Tabla 4 Ubicación demográfica del distrito de Ilave	53
Tabla 5 Tipificación de viviendas de acuerdo al material de construcción	56
Tabla 6 Clasificación del tipo de seguro con la que cuenta la población	57
Tabla 7 Nivel de educación de la población	58
Tabla 8 Porcentaje de residuos solidos	59
Tabla 9 Estación de muestreo para metales pesado en Suelo	65
Tabla 10 Estación de muestreo para metales pesados en agua	68
Tabla 11 Estaciones de muestreo para la calidad de agua	69
Tabla 12 Escala de valoración del carácter (impacto sobre los diversos factores)	78
Tabla 13 Escala de valoración de la intensidad del impacto.....	79
Tabla 14 Escala de valoración de intensidad del impacto.....	79
Tabla 15 Escala de valoración de la extensión del impacto.....	80
Tabla 16 Escala de valoración de la duración del impacto	80
Tabla 17 Escala de valoración de reversibilidad del impacto	81
Tabla 18 Escala para la determinación de la magnitud del impacto	82
Tabla 19 Escala de significado de los impactos evaluados.....	83
Tabla 20 Análisis fisicoquímico del agua	101
Tabla 21 Identificación componentes ambientales	107
Tabla 22 Identificación de impacto ambiental del río Ilave.....	108
Tabla 23 Matriz de identificación de impactos ambientales.....	109
Tabla 24 Matriz de calificación y valoración de impactos ambientales	110



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Contaminación local y difusa del suelo	40
Figura 2 Lugar de estudio, sector Huancuni.....	52
Figura 3 El clima en Ilave	54
Figura 4 Temperatura en Ilave	55
Figura 5 Balance hídrico del río Ilave	56
Figura 6 Punto de muestreo para calidad de suelo	66
Figura 7 Estación de muestro de agua.....	68
Figura 8 Diagrama de flujo: determinación de ión Calcio (Ca^{++})	70
Figura 9 Diagrama de flujo: determinación de dureza total como CaCO_3	71
Figura 10 Diagrama de flujo: determinación de alcalinidad como CaCO_3	72
Figura 11 Diagrama de flujo: determinación de cloruros (Cl^-)	73
Figura 12 Diagrama de flujo: determinación de sulfatos	74
Figura 13 Diagrama de flujo: Análisis microbiológico de coliformes totales por técnica NMP.....	76
Figura 14 Concentración de Cadmio (Cd) en comparación con los estandar de calidad ambiental (ECA) de suelo.....	84
Figura 15 Concentración de Arsénico en comparación con el estandar de calidad ambiental (ECA) de suelo.....	85
Figura 16 Concentración de Plomo en comparación con el estandar de calidad ambiental (ECA) de suelo.....	85
Figura 17 Concentración de Mercurio en compasión con el estandar de calidad ambiental (ECA) de suelo.....	86
Figura 18 Potencial de Hidrogeno en la muestra punto (1).....	87



Figura 19	Conductividad eléctrica del punto (1).....	88
Figura 20	Concentración de DBO ₅ en agua, en el punto (1).....	88
Figura 21	Concentración de DQO en agua, punto (1).....	89
Figura 22	Concentración de Cloruro en agua, punto (1).....	90
Figura 23	Concentración de Sulfatos en agua, punto (1).....	90
Figura 24	Concentración de nitratos en agua, punto (1).....	91
Figura 25	PH en agua, muestra punto (2).....	92
Figura 26	Conductividad eléctrica en muestra de agua en el punto (2).....	92
Figura 27	Concentración de DBO ₅ en el punto (2).....	93
Figura 28	Demanda química de oxígeno en el punto (2).....	94
Figura 29	Concentración de Cloruro en el punto (2).....	94
Figura 30	Concentración de Sulfatos en el punto (2).....	95
Figura 31	Concentración de Nitratos en el punto (2).....	96
Figura 32	Potencial de Hidrogeno (pH) en agua en el punto (3).....	96
Figura 33	Conductividad Eléctrica en el punto (3).....	97
Figura 34	Concentración de DBO ₅ del punto (3).....	98
Figura 35	Concentración de DQO en el punto (3).....	98
Figura 36	Concentración de Cloruro en el punto (3).....	99
Figura 37	Concentración de Sulfatos en punto (3).....	100
Figura 38	Concentración de Nitratos en punto (3).....	100
Figura 39	Concentración de Arsénico en comparación con estandar de calidad ambiental (ECA) de agua.....	102
Figura 40	Concentración de Mercurio (Hg) en agua en contraste con estandar de calidad ambiental (ECA) de categoría 3.....	103



Figura 41	Concentración de Cadmio (Cd) en comparación con estandar de calidad ambiental (ECA) agua de la categoría 3	103
Figura 42	Concentración de Cobre (Cu) con respecto a estandar de calidad ambiental (ECA)de agua en categoría 3	104
Figura 43	Concentración de Plomo (Pb) en contraste con estandar de calidad ambiental (ECA) de agua en la categoría 3	105
Figura 44	Concentración de Zinc (Zn) en comparación con estandar de calidad ambiental (ECA) de agua en categoría D1, D2.....	105
Figura 45	Matriz de calificación y valoración de impactos ambientales	110
Figura 46	Dimensiones de las lagunas piloto	138
Figura 47	Diseño de lagunas piloto	138



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1	Tabla de matriz de consistencia..... 158
Anexo 2	Matriz de operacionalización de variables 159
Anexo 3	Tabla de estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo de acuerdo a la norma peruana 160
Anexo 4	Tabla de estándares de calidad ambiental para agua, norma peruana categoría A1 y categoría 3 161
Anexo 5	Riego de vegetales y bebida de animales 163
Anexo 6	Componentes ambientales considerados en la matriz de Leopold 165
Anexo 7	Tabla del número más probable e intervalo de confianza en el caso del sistema siembra número 1 166
Anexo 8	Informe de análisis de calidad de suelo 167
Anexo 9	Informe de ensayo de agua metales pesados y análisis fisico-químico... 168
Anexo 10	Tablas de diseño de PTAR 186
Anexo 11	Tabla de resumen del diseño PTAR 188
Anexo 12	Imágenes de diseño de PTAR..... 189
Anexo 13	Fotografías de área de estudio, muestreo y análisis realizados 192
Anexo 14	Declaración jurada de autenticidad de tesis..... 195
Anexo 15	Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional 197



ACRÓNIMOS

ANA:	Autoridad nacional del agua
ARD:	Aguas residuales domesticas
As:	Arsénico
AUS:	Aseguramiento universal de salud
CA:	Carácter
CaCO ₃ :	El carbonato de calcio
CEPLAN:	Centro nacional de planeamiento estratégico
Cd:	Cadmio
Cl:	Cloruros
CRI:	Criterios relevantes integral
Cu:	Cobre
DBO:	Demanda biológica de oxigeno
DQO:	Demanda químico de oxigeno
DR:	Duración de impacto
E:	Extensión o influencia de impacto
ECA:	Estándares de calidad ambiental
EDTA:	Etilén diamino tetra acético
EDA:	Enfermedad diarreica aguda
EIA:	Evaluación de impacto ambiental
EPS:	Empresas prestadora servicio
ESSALUD:	Seguro social de salud
FFAA:	Fuerzas armadas



GPS:	Sistema de posicionamiento global
HCl:	Ácido clorhídrico
Hg:	Mercurio
I:	Intensidad del impacto
IA:	Impacto ambiental
IAFAS:	Institución administradora de fondos de aseguramiento en salud
INEI:	Instituto nacional de estadística e informática
LAS:	Laboratorios analíticos del sur
LMA:	Límite máximo admisible
LMP:	Límite máximo permitido
M:	Magnitud
mL:	Mililitros
MMM:	Millones de metros cúbicos
MINAN:	Ministerio de energía y mimas
NMP:	Métodos del número mas probable
NO ₃ ⁻ :	Nitratos
OEFA:	Organismo de evaluación y fiscalización ambiental
Pb:	Plomo
PEA:	Población económicamente activa
pH:	Potencial de hidrógeno
PTAR:	Planta de tratamiento de agua residual
RG:	Riesgo
RV:	Reversibilidad del impacto
SINIA:	Sistema nacional de información ambiental



SO ₄ ²⁻ :	Sulfatos
Sq:	Cuadrado
SIS:	Seguro integral de salud
STD:	Sólidos totales disueltos
UTM:	Universal transverso de mercado
VIA:	Valor de impacto ambiental
Zn:	Zinc



RESUMEN

La presente investigación evaluó, el impacto ambiental producido por las aguas servidas provenientes de la población de Ilave, con el objetivo de identificar el nivel de contaminación del río Ilave mediante el análisis matricial causa-efecto, el cual nos permitirá valorar con exactitud y veracidad el estado actual del río. Para el análisis de calidad ambiental, se realizó muestreos de suelo y agua, dando como resultados en muestra de suelo, en el punto (1), 20,00ppm cadmio, arsénico 5190,00ppm y 580,00ppm mercurio, los cuales superan los límites máximos permisibles (LMP) de estándares de calidad ambiental (ECA). En la calidad de agua los resultados que obtenidos en los parámetros fisicoquímicos para el punto (1) fueron 134,87 mg/L DBO₅, 334 mg/L DQO, punto (2) con 38,5mg/L DBO₅, DQO 112mg/L, punto (3) 16,5mg/L DBO₅, DQO 26,2mg/L, las concentraciones de DBO-5 en los tres puntos de muestreo superan lo establecido en D.S. N° 004-2017- MINAM, pero en los puntos (1) y (2) superan con los LMP en DQO. Las concentraciones de metales pesados en agua para el punto (1) son 0,0228mg/L As, 0,00070mg/L Hg, 0,00011mg/L Cd, 0,002mg/L Cu, Pb 0,0026mg/L, Zn 0,0031mg/L, estos se encuentran por debajo de los límites permisibles. El resultado de análisis microbiológico en el punto (1) es >11000NMP/100mL coliformes totales, el cual supera los rangos establecidos en estándares de calidad ambiental (ECA), pero en coliformes termotolerantes 270.00NMP/100mL se encuentra dentro de LMP. Con la información obtenida se elaboró la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales en base a la Matriz de Leopold cuya calificación final resultó medianamente significativa, asimismo, se plantean estrategias de mitigación ambiental, como el diseño y construcción de un PTAR con una estimación de crecimiento poblacional de 20 años, construcción de lagunas con efecto fitorremediador utilizando lentejas de agua, los cuales ayudaran a reducir el nivel de contaminación del río Ilave.

Palabras clave: Agua residual, Impacto Ambiental, Metales pesados, Río Ilave



ABSTRACT

Ilave River pollution through Cause-Effect matrix analysis, which will allow us to accurately and truthfully assess the current river state. For the environmental quality analysis, soil and water samples were taken, resulting in soil samples at sampling point (1) containing 20,00 ppm Cadmium, 5190,00 ppm Arsenic and 580,00 ppm Mercury, which exceed the “ECA” “LMP”. In water quality, the results obtained in the physicochemical parameters for point (1) were 134,87 mg / L BOD₅, 334 mg / L COD, point (2) with 38,5 mg / L BOD₅, COD 112 mg / L, sampling point (3) 16,5 mg / L BOD₅, COD 26,2 mg / L, the concentrations of BOD₅ in the 3 sampling points exceed the established in D.S. N°. 004-2017- MINAM, but in sampling points (1 and 2) they exceed the LMP in COD. The concentrations of heavy metals in water for point (1) are 0,0228mg/L As, 0,00070mg/L Hg, 0,00011mg/L Cd, 0,002mg/L Cu, Pb 0,0026mg/L, Zn 0,0031mg/L, these are below the permissible limits. The microbiological analysis result at point (1) is >11000NMP/100mL total coliforms, which exceeds the ranges established in ECA, but in thermotolerant coliforms 270.00NMP/100mL is within LMP. With the information obtained, the Environmental Impact Identification and Evaluation Matrix was developed based on the Leopold Matrix, whose final rating was MEDIUM SIGNIFICANT. Likewise, environmental mitigation strategies are proposed, such as the design and construction of a “PTAR” with an estimated population growth of 20 years, construction of lagoons with a phytoremediation effect using duckweed, which will help reduce the contamination level of Ilave River.

Keywords: Wastewater, heavy metals, Ilave River, Environmental Impact.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La contaminación hídrica es un problema que afecta a nivel global, el cual se va agudizando en los últimos años, debido a que las actividades socio-económicas y culturales se han incrementado, trayendo como consecuencia el deterioro y/o destrucción de los recursos hídricos, además, del desequilibrio ecológico; asimismo, los recursos hídricos son un factor muy importante para el abastecimiento de agua bebible en los domicilios. (Larios Meoño, et. al, 2015). En el Perú la polución de los ríos está relacionado al aumento de la población y también por la falta y el mal manejo de plantas de depuración de aguas servidas (ANA, 2009). (Larios Meoño et. al, 2015) menciona que en el Perú el 70% de las aguas residuales carecen de una eliminación adecuada, por ende, son vertidos directamente hacia los ríos, generando riesgos de contaminación medioambiental y poniendo en riesgo la salud pública.

En la provincia El Collao, el cauce del río Ilave esta siendo contaminada por residuos sólidos, aguas servidas que son evacuadas por los habitantes, esta contaminación se da por que la población no dispone de una planta de depuración de aguas cloacales, además, cuentan con una laguna de oxidacion que se encuentra actualmente colapsada, disminuyendo la vida acuática y/o la calidad de vida de la población (Rojas Vargas, 2019)

En nuestro trabajo de tesis se evaluó y cuantificó el grado de contaminación causado por derramamiento de aguas servidas de la laguna de oxidación hacia el río Ilave. Se ejecutó una valoración de la calidad ambiental hídrica y del suelo, y se recogieron tres muestras para el análisis del agua, donde los criterios fisicoquímicos y microbiológicos se encuentran dentro de los límites permitidos según estándares de control ambiental, los niveles de arsénico, plomo, mercurio, cadmio y zinc en los hallazgos de los test de calidad

del suelo superan los límites permitidos en los estándares de calidad ambiental (ECA). La matriz de evaluación del impacto ambiental se creó utilizando la matriz de Leopold y los datos de la línea de base medioambiental, del mismo modo los hallazgos de la investigación de la calidad hídrica y del suelo, el resultado fue Medianamente significativo.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En todas las partes del mundo, las aguas residuales y servidas aportan a la contaminación por nitrógeno y por fósforo. Los dos actúan como nutrientes y pueden exacerbar la proliferación de algas que pueden ser tóxicas y que, además, son grandes consumidores y en grandes cantidades de oxígeno en los ecosistemas acuáticos. Esto provoca anoxia y pérdida de biodiversidad (Mongobay, 2022).

1.1.1 Problema general

- ¿Cuál será el nivel de contaminación medioambiental producido por el vertimiento de la laguna de oxidación al río Ilave?

1.1.2 Problema específico

- ¿Cuál es la calidad ambiental del suelo y recurso hídrico del río Ilave?
- ¿En qué medida se podrá identificar la situación ambiental del río Ilave?
- ¿En qué ayudarán las estrategias de mitigación ambiental al río Ilave?



1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Hipótesis general

- El nivel de impacto medioambiental originado por la polución del vertimiento de la laguna de oxidación hacia el río Ilave es medianamente significativo.

1.2.2 Hipótesis específicas

- La calidad hídrica y el medio ambiente se ven afectados negativamente por los valores de calidad del suelo y agua, que exceden los márgenes permitidos de calidad ambiental.
- La caracterización del ecosistema del río Ilave nos indica la problemática ambiental actual del área de influencia.
- Las estrategias de mitigación ambiental permiten dar posibles soluciones a corto y largo plazo para disminuir la contaminación del río Ilave.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

- Identificar el nivel de contaminación por derramamiento de aguas servidas y residuales de la laguna de oxidación hacia río Ilave, utilizando el análisis matricial causa-efecto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Ejecutar una valoración de la calidad del suelo y recurso hídrico en el río Ilave.



- Efectuar una investigación de línea de base, con el fin de informar del contexto medioambiental del río Ilave.
- Plantear estrategias de mitigación ambiental para el río Ilave.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de este trabajo de tesis es ofrecer detalles sobre el estado medioambiental actual del río Ilave, debido a que sus habitantes de la provincia del El Collao tienen un riesgo importante de padecer problemas de salud, por motivo de la contaminación y deterioro de la calidad medioambiental en suelo y agua natural.

1.4.1 Justificación ambiental

Una de las problemáticas fundamentales que afronta el medioambiente es la polución del agua, debido a que los efluentes de aguas servidas de orígenes tanto industriales como domésticos son vertidos a los cauces de los ríos sin tratamiento, causando graves problemas como el incremento excesivo de nutrientes, alteraciones geomorfológicas, lo cual produce reducción de la diversidad biológica y genera el deterioro de la calidad hídrica y suelo (Custodio Villanueva & Chávez Amésquita, 2017).

La calidad del agua de origen fluvial se encuentra en malas condiciones debido a los vertimientos municipales y residuos sólidos, donde se ha detectado la existencia de metales pesados en la cuenca (ANA, 2012).

1.4.2 Justificación social

El incremento de la cantidad de habitantes origina que se produzcan enormes proporciones de aguas cloacales domésticas, que son una fuente de contaminación generando grandes problemas medioambientales. Debido a las



descargas de aguas servidas tanto del camal municipal y de la laguna de oxidación que se encuentra en mal estado hacen que se viertan al río Ilave sin ser tratadas originando la contaminación del medio ambiente, polución del suelo, además, genera problemas de salud hacia la población. (Defensoria del Pueblo, 2018).

El río Ilave ha sufrido cambios negativos debido, a la contaminación y la inapropiada gestión de desechos sólidos que se sigue descargando en el afluente, lo cual está creando enfermedades estomacales, ya que la población consume agua del río (Zaraza Colque, 2017).

1.4.3 Justificación económica

Los ríos son un recurso vital para el desarrollo sostenible y la expansión económica ya que de él dependen muchos sectores como el sector acuícola, los agricultores, el comercio, si las cuencas se encuentran contaminadas se reduce la calidad de los productos creando un descenso en sus ventas, además, disminuye el prestigio de sus productos. (Salazar Huánuco, 2020).

El suelo es un constituyente esencial de los ecosistemas y las operaciones económicas, el cual es considerado como un recurso no renovable, ya que, contiene agua y nutrientes para los seres vivos, por ende, el uso inadecuado de este recurso trae consecuencias medioambientales, sociales y económicas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Estrella, (2021) en su estudio descriptivo con el objetivo de caracterizar el nivel de contaminantes concluye que, las emanaciones líquidas del camal municipal vertidos al río Ilave presentan valores de demanda bioquímica de oxígeno 344 mg/l, sólidos totales disueltos 3205,33 mg/l., pH 7,61; donde los valores de STD superan las normas vigentes, además los vertimientos de heces, sangre de animales y vertimientos de aguas residuales están ocasionando la eutrofización del río y el crecimiento de microalgas, lo que ocasiona la disminución de oxígeno en el agua.

Limache, (2021), con la finalidad de evaluar los riesgos sanitarios manifiesta en su estudio que el vertimiento de aguas servidas muestra resultados obtenidos de DQO 1032,00 mg/L, DBO 412,80 mg/L, grasa y aceites 13,90 mg/L, los cuales se hallan en valores superiores a los de los ECA y LMP, dichos resultados presentan un riesgo ambiental significativo, para dicho estudio se tomaron muestras en tres puntos así aguas arriba y aguas abajo y otro en el punto de vertimiento del agua residual al río Ilave.

Tevez, (2021), realizó un estudio con el propósito de ver el comportamiento espacio temporal de la calidad del agua, indica lo siguiente: la calidad hídrica superficial del cauce del río Ilave muestra valores ligeramente altos en pH, As y Mn, además se demostró que las actividades agrícolas y tierra residencial tienen gran influencia sobre los efectos nocivos en la calidad hídrica del río Ilave, debido a que los habitantes utilizan fertilizantes para sus cultivos, asimismo no disponen de una planta de tratamiento para aguas residuales.



Cusiche & Miranda, (2019), se plantean investigar el nivel de impacto ambiental por las aguas servidas provenientes de minería, hospitales y mercados y dan a conocer que el Lago Junín exhibe contaminación ya que los resultados señalan grados elevados en los parámetros fisicoquímicos y las concentraciones de fosfato superan los ECA, a causa de las emanaciones de aguas cloacales, siendo una variable altamente peligrosa y tóxica para la vida acuática, también para la modificación del ecosistema. La metodología aplica a dicho estudio es descriptivo, de diseño evolutivo contemporáneo longitudinal.

Molano & García, (2021), con la finalidad de evaluar en nivel de contaminación ambiental y por medio de un estudio descriptivo, manifiestan que, conforme a los hallazgos obtenidos en parámetros fisicoquímicos realizados al río Negro, se evidenciaron valores altos los cuales superan los LMP, debido a que presenta diferentes problemáticas sanitarias como los vertimientos de aguas residuales, por lo cual reduce la calidad hídrica del efluente y de la población.

Hernández et. al, (2021), con el fin de determinar el índice de calidad ambiental (ICA) para agua dan a conocer que la microcuenca de la quebrada de Jui, que en estaciones de zona urbana presenta concentraciones elevadas en parámetros fisicoquímicos, debido a los derramamientos de aguas cloacales, tributarios de la laguna de oxidación, operaciones ganaderas y agrícolas, lo cual genera efectos deletéreos en la calidad hídrica. Para dicho estudio se empleó el método de American Public Health Association.

Chura, (2017), con el propósito de poder evaluar el nivel de contaminación, en su estudio, indica que al efectuar la valoración de impacto medioambiental mediante la técnica de matriz de Leopold y usando el método de estructura de cálculo de los índices de la calidad de agua (ICA_{NSF}) en donde indica una calidad mala y buena en la tipificación



de nivel de impacto medioambiental, dando como resultado en los tres zonas de vertimientos de aguas servidas son elevados y el caudal total de emanaciones de aguas servidas es de 97761,600 l/año y que a su vez impacta una superficie de 800 m² en la Laguna de Langui-Layo.

Castellanos & Mamani, (2020), con la finalidad de optimizar la capacidad y rendimiento del tratamiento de las aguas residuales en la laguna de oxidación Mukuraya, en sus trabajos de investigación preexperimental de mejora del sistema de depuración de aguas servidas por las lagunas de oxidación del sector Mukuraya. Dan como resultado, que en su primer tratamiento se llegó eficientemente a los valores máximos permisibles, dando como resultado; parámetros removidos SST (96,55%), DBO (96,29%) y DQO (94.93%), pH (6,98) los cuales están en el intervalo aceptable.

Se ha utilizado 20 mL de mucílago de *Opuntia ficus indica* con 40 mL de sulfato de aluminio para un litro de agua residual con un tiempo de agitación de 5 min, aplicando dicha tecnología se concluyó que la aplicación de mucílago de *Opuntia ficus indica* y sulfato de aluminio es muy eficaz en la depuración de agua residual.

Guillermo, (2018), en su estudio, según la matriz «Matriz de identificación y evaluación de los impactos medioambientales», con la finalidad de conocer el nivel de impacto ambiental, utilizada para la valoración, descripción e identificación de los impactos medioambientales, el impacto negativo bajo (-BA) es del 52,83%, el impacto negativo medio (-ME) es del 47,17% del total de cruces, el impacto positivo bajo (+BA) es del 47,42% y el impacto positivo medio (+ME) es del 52,58% con respecto al total de cruces.

Villaseca, (2021) con el objetivo de determinar el efecto fotoremediador de *Lemna minor*, en su trabajo de tesis, aplicó la tecnología de “fitorremediador de *Lemna minor*”



para poder reducir el nivel de polución en la laguna de oxidación de Tácala - Castilla, dando como resultado la reducción eficiente de los contaminantes, así como DBO₅, teniendo una reducción hasta 76 DBO₅/L (100mL/L), DQO (200 mg/L), sólidos disueltos en suspensión (63 mg/L) y pH (<7,229), estos valores son inferiores a los márgenes máximos permitidos.

Aquino & Barrientos, (2022), a fin de dar ideas de alternativas de solución se realizó estudio para el mal rendimiento de la planta de depuración de aguas cloacales, puesta que la planta tiene un incorrecto rendimiento externo e interno, generando contaminación ambiental, asimismo los hallazgos conseguidos en los análisis de aguas muestran valores en DBO₅ (285,76 mg/L), DQO (571,52 mg/L), ST (1198,74 mg/L), coliformes totales (7.0×10^{11}). Para tal estudio se tomaron muestras aleatorias, donde los hallazgos obtenidos se hallan superiores a los límites permisibles según los parámetros del MINAN, esto es debido a que el PTAR no cuenta con infraestructura completa.

Risco, (2019), con el objetivo de describir los niveles de impactos negativos y positivos en la realización del proyecto plan de manejo ambiental, en su proyecto de investigación, empleó la metodología de matriz Leopold y las normas ISO14001 para la evaluación, identificación y cuantificación del nivel de afectación ambiental en sus diferentes compartimentos ambientales (suelo, aire, agua, etc) en el curso de la fabricación, operación, mantenimiento, abandono y cierre del PTAR. Donde se tiene en cuenta también las ventajas de aplicar las normas ISO 14001, ya que ello contempla el sistema de gestión ambiental.



2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Medio ambiente

De acuerdo con (Juste, 2024), es la agrupación de todos los componentes biológicos, físicos y químicos que se relacionan con los seres vivos, además es el espacio donde se desarrollan los organismos vivos para su subsistencia. El medio ambiente es esencial para la existencia de factores bióticos (bacterias, hongos, flora, fauna, humanos) y abióticos (aire, suelo y agua), los cuales son fundamentales para la supervivencia, crecimiento y desarrollo económico, también satisfacen las necesidades de los seres humanos y mantienen el equilibrio ambiental (Rosquez, 2023).

2.2.2 Impacto ambiental (IA)

Según Vera & Caicedo, (2014), es el cambio de la calidad medioambiental originado debido a la actividad humana durante el uso de los recursos ambientales y naturales. Varían las características biológicas, químicas y físicas del ambiente los cuales pueden generar efectos positivos o negativos y valorarlos de manera cuantitativa o cualitativa.

El IA es la alteración por las actividades humanas que ocasionan efectos colaterales sobre el medio natural, pueden ser negativos o positivos. Se debe tener en cuenta el signo, intensidad, extensión, persistencia y prioridad, de esta manera se determina el si el impacto es reversible o irreversible. (Guevara Pérez, 2021).



2.2.2.1 Clasificación de impacto ambiental

a) Impacto ambiental positivo

Es denominado como aportaciones ambientales, que no genera ningún daño y que satisface generalmente todos los estándares de calidad, por ello es admitido por la comunidad técnica y científica (Vera & Caicedo, 2014).

b) Impacto ambiental negativo

Para Vera & Caicedo, (2014), es conocido como la degeneración y/o deterioro de la calidad ambiental, ocasionando riesgos ambientales en la estructura ecológica y el medio natural de una zona determinada, el cual se evidenciarán en la reducción de los atributos físicos, químicos o biológicas de los factores ambientales. Pueden ser divididos en las siguientes categorías:

- Por su Extensión: Afectación puntual (localizada), extenso (gran parte del medio ambiente), total (todo el entorno)
- Por el tiempo en que se evidencia: Pueden ser impacto potencial (no se manifiesta) o real (se produce el efecto)
- Por su facultad de restablecimiento: Afectación recuperable o irrecuperable.

2.2.3 Evaluación de impacto ambiental

Uno de los instrumentos de gestión que ayuda al proceso de desarrollo a identificar, anticipar y valorar la relevancia de las consecuencias futuras es la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Esta herramienta ayuda a aplacar y/o



contrarrestar los impactos ambientales deletéreos, lo que contribuye a proteger el medio ambiente, así como a corregir y evitar las acciones humanas. (Espinoza, 2007).

Según Ley N° 28611, (2005), la EIA es una herramienta que evalúa los efectos directos e indirectos del impacto ambiental, además, implican propuestas de disposiciones requeridas para detener o reducir los daños a niveles manejables.

2.2.4 Aguas residuales

Son la combinación de residuos arrastrados y líquidos que provienen de edificios comerciales, casas, instituciones, además la mayor parte de las aguas servidas provienen del uso industrial y domiciliario. (Galvis & Rivera, 2013).

La OEFA, (2014), describe como aquellas aguas que han sido cambiadas por actividades humanas, por ende, necesitan ser tratados para su vertimiento a un agua natural o alcantarillado y pueda ser reusadas.

2.2.4.1 Elementos nocivos de las aguas servidas

- **Malos olores.** Se generan al estar en contacto con otra superficie o sustancia se generan gases, por la acción de descomposición de compuestos orgánicos de desechos domésticos, el cual son contaminantes y perjudiciales para las personas que están expuestas a ella, el cual pueden causar náuseas, vómitos, dolores de cabeza, insomnio, etc. (Rodríguez Pimentel, 2017).
- **Acción toxica.** Los compuestos orgánicos y minerales del que se compone el agua residual provocan que el suelo, flora y fauna



natural de los receptores hídricos, sean altamente tóxicos para la población que consume este recurso. (Rodríguez Pimentel, 2017).

- **Potencialidad inefectiva.** Las sustancias y microorganismos que contienen las aguas receptoras, son un peligro para toda la población, se ven expuestas por el uso de agua de los animales y los habitantes asimismo riegan plantas, cultivos con estas aguas, generando epidemias de amebiasis y/o contaminación de criaderos de peces. (Rodríguez Pimentel, 2017).

2.2.5 Clasificación de aguas residuales

- **Aguas residuales domésticas.** Las aguas servidas o residuales son los fluidos derivados de la actividad cotidiana del ser humano. Se compone de una variedad de desechos, como la orina y las heces eliminadas por la población de los hogares o de edificios comerciales públicos o privados, así como de precipitaciones e infiltraciones de aguas subterráneas que atraviesan el sistema de alcantarillado. Como resultado, en estos cursos de agua hay materiales orgánicos, sedimentos, bacterias nocivas y detergentes. (Osorio Rivera y otros, 2021).
- Las aguas residuales domésticas (ARD), están producidas por las diversas labores al interior de domicilios, colegios, lavaderos, centros comerciales, etc. el cual está compuesta en un 99% de agua y el 0.1% de sólidos de modo que el 30% son inorgánicos, el 70% son orgánicos y el 1% de sales y metales; el cual su composición depende de su uso. (Suarez, 2011).
- **Aguas residuales municipales.** Son fluidos que podrían estar combinadas con aguas domésticas y de drenaje procedentes de precipitaciones que son



transportadas mediante alcantarillados, el cual contiene residuos orgánicos, nutrientes. (OEFA, 2014).

- **Aguas residuales industriales.** Según la OEFA, (2014), son los que proceden del desarrollo de una actividad productiva e incluyen, entre otros, los de la minería, la agricultura, actividades energéticas y agroindustriales.
- Son provenientes de descargas de industrias de manufacturas, proceso de lavado y transformación química, además su composición depende de la clase de actividades industriales. (Galvis & Rivera, 2013).

2.2.6 Río Ilave

Su cuenca se localiza entre las altitudes de 3,805.00 – 5,400.00 m.s.n.m., en la región Puno, provincia de El Collao, distrito de Ilave. Limita hidrográficamente al este con las cuencas de los ríos Zapatilla, Pusuma y Mauri Chico, al oeste con las cuencas de los ríos Tambo y la laguna Loriscota, al norte con las cuencas de los ríos Illpa y la zona circulante del lago Titicaca, y al sur con la cuenca del río Maure. (ANA, 2009).

2.2.7 Recursos naturales

Considerados como componentes de la naturaleza que el ser humano usa con el fin cubrir sus requerimientos materiales o espirituales que son necesarios para el avance socio-económico de las comunidades; donde las personas deciden que recursos pueden elegir, utilizar y en qué cantidad (Calderon Saltarich, 1985).

2.2.8 Contaminación del agua

Puede ser de origen natural o antrópico, donde sufre cambios biológicos, físicos o químicos en la calidad hídrica, el cual se produce por las distintas



actividades humanas hechas para su desarrollo socio-económico e industrial, que genera una gran utilización de agua y producción de desechos que provocan altas concentraciones de contaminantes. (García, 2009).

a) Principales fuentes de contaminación de agua:

- Vertimientos de aguas cloacales urbanas (domiciliarias, negras y de limpieza).
- Vertimientos agro-industriales (fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, petróleo, material químico y farmacéuticas).
- Vertimientos de explotaciones ganaderas (estiércol, microorganismos patógenos, sólidos en suspensión, nitrógeno y fosforo).
- Las prácticas agrícolas contribuyen a incrementar la acumulación de metales pesados, ocasionando alteraciones en efluentes hídricos. (Alfaro, 2021).

La gran mayoría de estas actividades no se gestionan de manera apropiada por la población, por ende, contamina indirectamente el medio acuático, también afecta a la misma población que no cuenta con agua potable.

2.2.9 Contaminación del suelo

Es una de las problemáticas más relevantes, se comprende como la degradación del suelo a causa del ingreso de sustancias tóxicas que exceden sus concentraciones, lo que conlleva a la pérdida de su productividad. (Jiménez, 2017).

Los efectos de la contaminación del suelo ocasionan destrucción de autodepuración, que afecta el ciclo biogeoquímico alterando su diversidad y

reducción de la productividad de cultivos con modificaciones en la constitución de los productos arriesgando la salud humana. (Hernández, 2012).

2.2.10 Tipos de contaminación: Local y difusa

- **Contaminación local o puntual.** Se presenta alrededor de lugares que circundan a la fuente de contaminación, por ende, hay una conexión directa con el origen de polución, causada por la minería, industrias, vertederos, etc.
- **Contaminación difusa.** La contaminación es especialmente frecuente en las regiones metropolitanas y las fábricas. Se produce por la transferencia de contaminantes como metales pesados, productos químicos acidificantes y sobrecarga de nutrientes (eutrofización). La contaminación difusa preocupa sobre todo en las regiones agrícolas.

Figura 1

Contaminación local y difusa del suelo



Fuente: (AEMA, 2002)

2.2.11 Gestión ambiental

Es uno de los principios que rige para un manejo óptimo de actividades humanas, orientadas en la prevención, reducción y resolución de las problemáticas medioambientales. De igual forma, tiene la finalidad de optimizar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades.



Un manejo apropiado de materias primas contribuye al avance económico y la protección de los recursos naturales nacionales. Por ende, la contribución de las instituciones nacionales, como de los ciudadanos son primordiales para la vigilancia, control y seguimiento para dar soluciones a problemas ambientales, lo que permite obtener una alta eficacia en la gestión (INEI, 2015).

La Política Nacional de Medio Ambiente, relacionada al cambio climático, gestión de suelos y de la diversidad biológica, se organiza y garantiza su cumplimiento mediante una serie de herramientas, normas, procesos y reglamentos que conforman la gestión medio ambiental (MINAM, 2018).

2.2.12 Ética ambiental

Estudia la interacción moral que existe entre el individuo y el ambiente natural, donde abordan problemas del medio ambiente. También, involucra los deberes y responsabilidades de los individuos. Por ello es importante estabilizar la ética ecológica para asegurar la continuidad y la dignidad de la existencia humana, tanto ahora como en el futuro (Lescaros Urzúa, 2013).

La ética medioambiental para la preservación de la naturaleza y su uso sustentable, por ello se define como la ciencia con una base filosófica, que guía el comportamiento humano. Por ende, se contempla el nexo entre los individuos y la tierra. La tierra se considera una agrupación biótica que incluye suelo, agua, plantas y animales. Asimismo, la ética se inquieta por los principios que tiene el mundo natural no humano, para asegurar la preservación o restauración de estos valores y definir el deber de toda persona para preservar los servicios que prestan los ecosistemas naturales (Martínez Álvarez & Abreu, 2013).



2.2.13 Efectos adversos para la salud

Para la OMS, (2023), la contaminación hídrica coadyuva al contagio de enfermedades como: cólera, hepatitis, poliomielitis, rotavirus, fiebre tifoidea, etc., quienes arriesgan la salud de los ciudadanos.

La contaminación de ríos por aguas servidas, es el principal origen del crecimiento de gérmenes patógenos que infectan a la población mediante cultivos vegetales y agua contaminada, (Jacobo García, 2018), además, son utilizados sobre todo por la población que no cuenta con agua potable, por ello, tienden a beber, preparar sus alimentos, lavar y utilizar en el riego de sus cultivos. Muchas enfermedades virales y parasitarias son asintomáticas y pasan desapercibidas en los individuos, por este motivo podrían causar altos índices de mortalidad, sobre todo en adultos mayores y niños (Bofill Mas y otros, 2005).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Agua

Constituye la gran parte de la superficie del planeta, conforman ríos, lagos y mares, está constituido por el 71% de toda la superficie del planeta. (Guerreo Legarreta, 2012). El equilibrio climático y los ecosistemas dependen de este recurso, por ello es parte fundamental y vital de todo organismo vivo y la humanidad (IGP, 2022).

Considerado un recurso natural, el agua se restaura por medio del ciclo hidrológico las cuales se forman a través de precipitaciones de lluvia, nieve, granizo, asimismo. De acuerdo a su estado puede ser líquida, sólida o gaseosa; es importante para el desarrollo económico y social de la nación (MIDAGRI, 2021).



2.3.2 Suelo

El suelo es un elemento esencial del ambiente natural de la tierra y el ecosistema, el cual está constituido por minerales, materia orgánica, agua y aire, además, presenta cualidades biológicas y fisicoquímicas. Son fundamentales en el desarrollo de plantas, para la alimentación y vestido, de esta manera cumplen funciones vitales para la sociedad y el planeta (Velasquez Miranda, 2003).

2.3.3 Metales traza

Son considerados elementos de transición, que se hallan en mínimas cantidades, algunos pueden ser tóxicos y otros son esenciales para múltiples funciones metabólicas como son los micro nutrientes. Los metales traza tóxicos podrían causar toxicidad en las plantas ocasionando daño a las células y membranas vegetales, desencadenando efectos nocivos sobre estas. Por ende, su determinación es importante para conservar la calidad y salud de los suelos agrícolas (Obando Bustos, 2021).

Los metales trazan participan considerablemente a la contaminación medioambiental, pueden encontrarse en los sedimentos, el agua y/o seres vivos. Pueden estar retenidos en el suelo y agua, asimismo, pueden ser absorbidos por componentes inorgánicos del suelo o podrían unirse con la materia orgánica, por ello son difíciles de detectar y eliminar del medio (Alfaro Jaucha, 2021).

2.3.4 Estándar de calidad ambiental (ECA)

Son instrumentos de medición de calidad del agua, que regulan los grados de concentración de elementos, compuestos, características fisicoquímicas y



biológicas. Asimismo, vigila que los ecosistemas acuosos, no impliquen ninguna amenaza para la salud de los seres acuáticos, los seres humanos y los ecosistemas (MINAM, 2017).

Según Ley N° 28611, (2005), ECA es la medición del grado de concentración de elementos o parámetros físicos, químicos y biológicos, que se hallan presentes en cuerpo receptor de aire, suelo y agua, que estos no presenten ningún daño hacia la salud de los ciudadanos ni el medioambiente. Por ende, los ECA son obligatorios en el planteamiento de políticas públicas y normas jurídicas de gestión ambiental.

2.3.4.1 Estándar de calidad ambiental (ECA) para suelo

Los estándares de calidad ambiental para suelo determinan los grados de concentración de los contaminantes, compuestos y características biológicas, químicas y físicas que se hallan en el suelo como cuerpo receptor y no implican un daño relevante para el medio ambiente o la salud pública.

Las ECA para suelo son aprovechables a parámetros relacionados con las actividades extractivas, relacionadas con la producción y con los servicios, y constituyen una fuente de información imprescindible para la creación y la elaboración de instrumentos de gestión medioambiental (MINAM, 2017).

2.3.4.2 Estándar de calidad ambiental (ECA) para aire

El presente D. S. 011-2017-MINAM determina los grados de concentración de los contaminantes, compuestos y características



biológicas, químicas y físicas que se hallan en el suelo como cuerpo receptor y no implican un daño relevante para el medioambiente o la salud humana (MINAM, 2017).

2.3.4.3 Estándar de calidad ambiental (ECA) para agua

Los límites máximos permisibles (LMP) determina los niveles de contaminantes, sustancias químicas y características biológicas, químicas y físicas que se encuentran en los cuerpos acuáticos como cuerpo receptor y parte fundamental de las biosferas acuosas y no suponen un grave peligro ambiental o para la salud pública (MINAM, 2017).

Así mismo la norma reúne las órdenes ratificadas mediante Estándares de Calidad Ambiental aprobados con el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que autorizan las ECA relacionadas con el agua, teniendo en cuenta los lineamientos de este Decreto Supremo y su anexo. Ciertos valores, parámetros, categorías y subcategorías de las ECA son modificados o eliminados en esta colección reglamentaria, manteniendo otros que fueron ratificados por los Decretos Supremos mencionados (MINAM, 2013).

2.3.5 Marco legal general

Con el objetivo de medir los excesos en los parámetros en agua residuales domésticas y que pueden alterar el equilibrio de las los cuerpos hídricos como de ríos, lagunas, etc. Y así como también la salud humana a la larga, para lo cual se ha diseñado la normativa, en el que se establecen los Límites Máximos Permisibles (LMP) para de Plantas de Depuración de Aguas Residuales Domiciliarias o Públicas (PTAR), para el ámbito de vivienda.



Por otro lado, se ha establecido los valores máximos permisibles (LMP) para aguas residuales no domésticas, consideres como: actividades de teñido de pieles, adobo de cuero y curtido de pieles. A continuación, se enumeran las leyes internacionales y nacionales que rigen los recursos hídricos y no hídricos en nuestro país.

El marco legal y normativo establece los derechos y funciones de los organismos e instituciones. Para ello se han tenido en cuenta los siguientes estatutos y reglamentos para la evaluación ambiental. Como son:

- Constitución Política del Perú
- Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley N°26821 modificado por D.S. N° 061-97PCM)
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Estándares de calidad ambiental para agua.
- Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, establecidos por Decreto Supremo N° 003- 2010-MINAM
- Ley General del Ambiente (Ley N° 28611 modificada por Ley N° 29050)
- Decreto Supremo N° 040-2014-EM. Reglamento de Protección y Gestión Ambiental.
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 26786)
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (ley N° 27446, modificado por D.L. N°1078



- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245 modificada por Ley N° 29050).
- Decreto supremo N°015-2015-MINAM. Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua del Ministerio del Ambiente.
- Decreto legislativo que el aprovechamiento eficiente y la conservación de recursos hídricos (D. L. N°1083)
- Ley N° 26842: Ley General de Salud
- Decreto Supremo N°011-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el suelo
- Ley N° 27314: Ley General de Residuos Sólido
- D.S. N° 014-2017-MINAM: Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- NTP 900.058: Regula la Gestión Ambiental. Gestión de Residuos.

2.3.6 Microbiología

La microbiología estudia la presencia de microorganismos vivos donde se encuentran las células eucariotas y procariotas, como, virus, bacterias, hongos y algas, las cuales pueden ser unicelulares o multicelulares. También, estudia la forma de infección y los mecanismos de eliminación (Apella & Araujo, 2005).

2.3.6.1 Análisis microbiológico

Se define como un grupo de métodos que se realizan para determinar y señalar los microorganismos presentes en una muestra para lo cual se presentan los siguientes de identificación de gérmenes (Andueza, 2014).

- Siembra en profundidad



- Siembra por extensión
- Métodos del número más probable (NMP)
- Método por filtración
- Impedancia
- Biología molecular

2.3.6.2 Método del número más probable (NMP)

Es un procedimiento con el propósito de encontrar la existencia de coliformes fecales y totales en líquidos, los cuales causan enfermedades gastrointestinales e incluso pueden llevar a la muerte. (Divaagen, 2021).

Este procedimiento es aplicable en agua potable, superficiales y residuales, alimentos procesados térmicamente, en conocido como la técnica de dilución en tubo, el cual se basa en la fermentación de lactosa, dando como resultado la producción de gases (NOM-112-SSA1, 1994) Asimismo, permite obtener datos cuantitativos, discretos con incidencias positivas/negativas, además, es dinámica, exacta y no necesita de alguna prueba de confirmación adicional. (IDEAM, 2020).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA

La metodología de nuestro trabajo de tesis consta en elaborar una valoración cualitativa de los efectos medioambientales originados por emanación de aguas servidas hacia el río Ilave, el cual se realizó utilizando la Matriz de Leopold, con el análisis matricial causa-efecto. Para la valoración del estado actual de la calidad hídrica y del suelo en el entorno actual, se efectuará por medio de análisis físico-químico, cuyos hallazgos se compararán con los ECA.

3.1.1 Diseño experimental

Dado que el objetivo de nuestro estudio es identificar el nivel de polución por evacuación de aguas servidas de la laguna de oxidación hacia el río Ilave, se empleará un diseño no experimental, el cual se aplicará de manera transversal, por ello, el diseño del presente trabajo de tesis será de tipo descriptivo para conocer el impacto ambiental.

Para Sousa, et al., (2007), los diseños no experimentales no tienen manipulación de variables. Consiste principalmente en la observación, sin intervenir de manera alguna y se dan en un escenario natural. El investigador no tiene control y no puede influir sobre las variables porque ya han ocurrido por ende no pueden ser alteradas o manipuladas (Agudelo Viana & Aigner Aburto, 2008).

De acuerdo a Padilla, (2021) El estudio no experimental transversal se da cuando la recopilación de información se realiza en un solo periodo y tiempo. Tiene el objetivo de describir y examinar su incidencia en el momento dado.

3.2 LUGAR DE ESTUDIO

La localización del trabajo de tesis está situada en el sector Huancuni, distrito Ilave, provincia del El Collao, departamento de Puno, lugar en el que se localiza la laguna de oxidación de la provincia de El Collao, que a su vez cuenta con una población de 49 454 hasta el 2017 y 17 098 viviendas Censadas.

a) Principales actividades económicas

Las principales actividades económicas a la que se dedican la población de Ilave son: lugar se las actividades agropecuarias, comercio, transporte y comunicaciones y otros servicios, así como se muestran en la siguiente tabla 1.

Tabla 1

Principales actividades económicas

1°	Agropecuario
2°	Comercio
3°	Transporte y comunicaciones
4°	Otros servicios

b) Cobertura del servicio de agua

La cobertura supera apenas el 60 % de la población, eso implica que el resto de la población se ve obligado a consumir agua de pozo y también, el agua abastecida se da mediante el camión cisterna. Domicilios con el servicio de agua 38,0%, por red pública dentro de la casa 24,9%, Por red pública fuera de la casa 5,1%, Por pilón o pileta de uso público 8,0% tal como es mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 2*Viviendas con acceso a agua potable*

Viviendas con acceso a agua	N° de viviendas	Porcentaje
Domicilios con el servicio de agua	6,493	38,0%
Por red pública dentro de la casa	4,263	24,9%
Por red pública fuera de la casa	868	5,1%
Por pilón o pileta de uso público	1,362	8,0%
Viviendas con acceso a agua por otras fuentes	10,605	62,0%
(*)		

Fuente: CEPLAN, 2021

c) Acceso a alumbrado eléctrico

El acceso al alumbrado público es aún limitado en el distrito de Ilave, ya que existe un sector de la ciudadanía que no posee alumbrado eléctrico, que en su mayoría si cuenta con ello.

Tenemos un total de 12 997 viviendas con alumbrado eléctrico, entre ello se encuentra las 7 188 viviendas en el sector rural y 5 809 viviendas en el sector urbano, Entre los que no poseen un servicio de alumbrado eléctrico se tiene un total de 4 101 viviendas entre los cuales 2 961 se encuentra en el sector rural y el 1 140 en el sector urbano (CEPLAN, 2021).

Tabla 3*Viviendas con y sin energía eléctrica*

Viviendas con alumbrado eléctrico	Valor
Total	12,997
Sí	
Rural	7,188
Urbano	5,809
No	
Total	4,101

Viviendas con alumbrado eléctrico	Valor
Rural	2,961
Urbano	1,140

Fuente: CEPLAN, 2021

De la laguna de oxidación Ilave y tanto como del camal de Ilave se vierten directamente las aguas servidas al río Ilave.

Figura 2

Lugar de estudio, sector Huancuni



Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación de Google earth

Se han tenido en cuenta tres lugares de muestreo punto (1), punto (2) y punto (3), para cuantificar y valorar en nivel de impacto generado por las aguas servidas; para ello, las muestras tomadas de agua fueron llevadas al laboratorio de control de calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Del Altiplano y Laboratorios Analíticos Del Sur (LAS) - Arequipa, así mismo las muestras de suelo fueron llevadas a RHLAB S.A.C.

3.2.1 Ubicación geográfica

El sector Huancuni se encuentra a 1 km aproximadamente del distrito Ilave, provincia del El Collao, departamento de Puno, lugar en el que está localizada la laguna de oxidación de la provincia de El Collao.

Teniendo una altitud de 3,862 m.s.n.m, 16,075458 latitud sur y 69,624291 latitud norte, las coordenadas están expresadas en UTM (Ilave, 2023).

3.2.2 Densidad poblacional

Distrito de Ilave es la tercera urbe más populosa del departamento de Puno siendo así, en el 2023 el número de habitantes y la densidad poblacional ha ido en incremento de manera considerable en comparación con el año 2017, año que fue realizado el último CENSO, seguidamente se muestra una tabla con los datos referidos (Ilave, 2023).

Tabla 4

Ubicación demográfica del distrito de Ilave

Demografía del distrito de Ilave		
Fecha	Valor actual	Ordenados por región/País
Población	17866 habitantes	10/314
Densidad de población del distrito de Ilave	19,5 hab./Km ² (50.5pop/sq mi)	

Fuente: Ilave, 2023

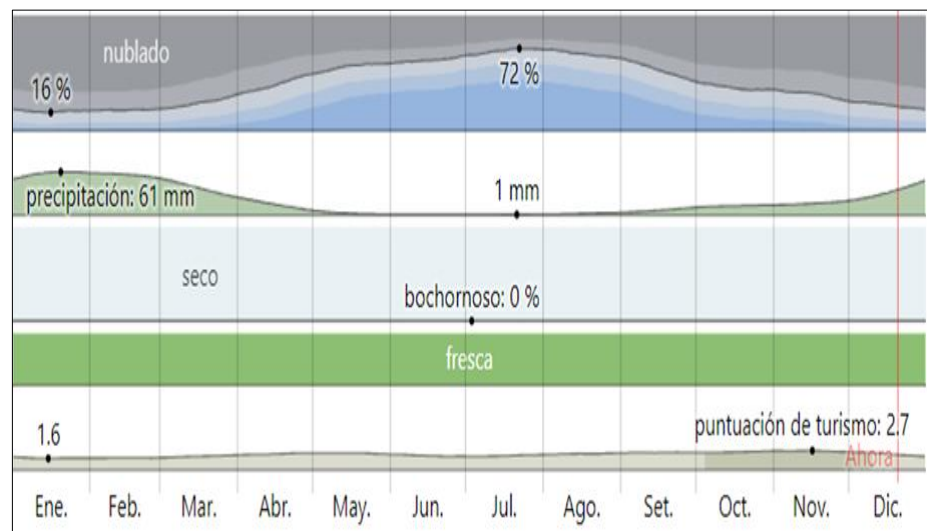
3.2.3 Climatología

3.2.3.1 El clima en Ilave

En el distrito de Ilave y zona sur de Puno, los veranos suelen ser por un corto periodo, frescos y nublados; los inviernos de igual manera presentan un corto periodo, gélido y frecuentemente despejados y generalmente esta seco todo el año. Siendo la variación de la temperatura entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ e infrecuentemente baja a menos de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ o sube a más de $19\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Weather Spark, 2023).

Figura 3

El clima en Ilave



Fuente: Eather Spark, (2023)

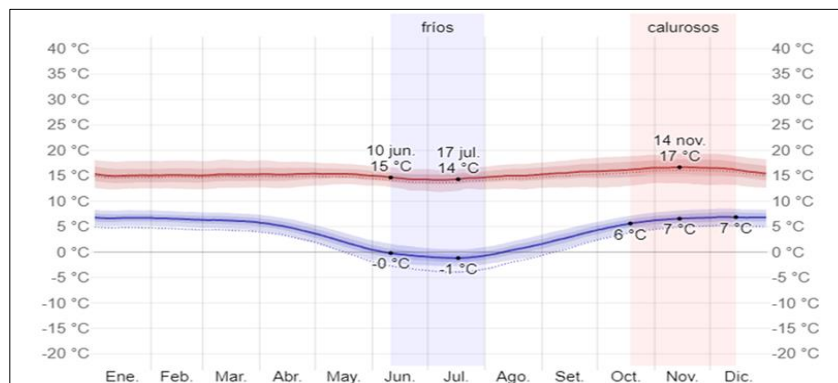
3.2.4 Temperatura promedio de Ilave

La estación cálida, que va del 18 de octubre al 15 de diciembre, dura 1,9 meses, durante los cuales la temperatura media máxima diaria excede por encima de los $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Con una temperatura mínima de $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una temperatura máxima media de $17\text{ }^{\circ}\text{C}$, noviembre es el mes más cálido del año en Ilave.

Durante la estación fría de 1,6 meses, que va del 10 de junio al 31 de julio, la temperatura máxima media diaria es inferior a 15 °C. Con una temperatura máxima de 14 °C y una temperatura mínima media de -1 °C, julio es el mes más frígido del año en Ilave (Weather Spark, 2023).

Figura 4

Temperatura en Ilave



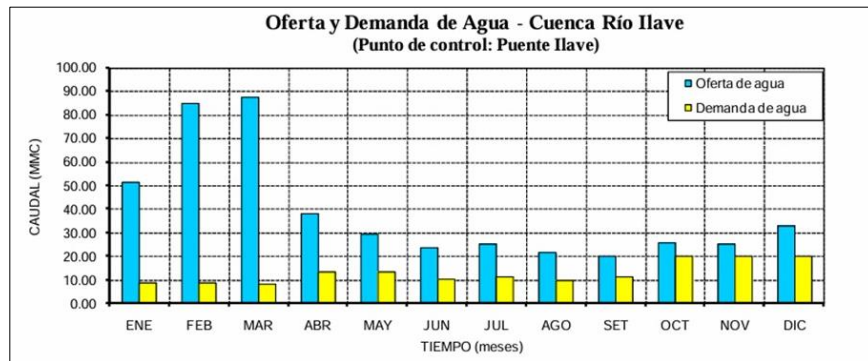
Fuente: Weather Spark, 2023

3.2.5 Balance hídrico Ilave

Se ha establecido el balance hídrico en sus diferentes niveles en las subcuencas del río Ilave, eso con el objetivo de saber los excesos y déficit en sus recursos hídricos durante el año. El mes de enero presenta el mayor caudal con un valor de 42,61 MMC, mes de marzo 79,24 MMC, mes de noviembre 5,33 MMC, siendo el mes de marzo el que tiene mayor caudal, y el mes de noviembre las más baja, seguidamente, se muestra la tabla del balance hídrico de la cuenca Ilave (ANA, 2009).

Figura 5

Balace hídrico del río Ilave



Fuente: Weather Speark, 2023

3.2.6 Vivienda

En el distrito de Ilave, se observa viviendas con material Adobe o tapia en su gran mayoría, algunas casas de construidas con adobe y bloqueta con techos de calamina (material precario).

Tabla 5

Tipificación de viviendas de acuerdo al material de construcción

Categorías	Total
Material noble	5992
Adobe o tapia	10827
Material precario	270

Fuente: INEI, 2017

3.2.7 Accesibilidad

A la ciudad de Ilave se puede acceder por vía lacustre, empleando el Lago Titicaca sirviéndose de balsas de totora, botes, lanchas, etc., y de manera terrestre, por medio de la carretera Panamericana Sur Puno – Desaguadero. Nos trasladamos 1km aproximadamente para sureste de la ciudad de Puno para poder llegar al sector Huancuni.

3.2.7.1 Acceso a la salud

Provincia de El Collao – Ilave cuenta con varios establecimientos hospitalarios entre ellos se tiene Centro de Salud Metropolitano Ilave, hospital de Ilave y Policlínico Ilave ESSALUD. De acuerdo con (CEPLAN, 2021), la población afiliada a un SIS es de 46,495, los que cuentan con un seguro de ESSALUD es de 5,422, los demás ciudadanos cuentan con otra clase de seguro y/o no cuentan con acceso a salud, de tal forma se expone en el siguiente cuadro.

Tabla 6

Clasificación del tipo de seguro con la que cuenta la población

Tipo de seguro	2019	2020	2021
Aseguramiento Universal en Salud (AUS)	44,426	50,977	52,153
Afiliados según IAFAS y Grupos de IAFAS			
SIS	39,023	45,513	46,495
ESSalud	5,393	5,111	5,422
EPS	31	23	42
FFAA	545	563	724
Prepagas	64	46	45
Emp. de Seguros	123	748	198
Autoseguros	3	1	1

Fuente: CEPLAN, (2021)

3.2.7.2 Acceso a la educación

La obtención de la educación en el distrito de Ilave ha ido en incremento a comparación de años anteriores, así como muestra la página CEPLAN, los resultados se dan a conocer a través de la siguiente tabla (INEI, 2017).

Tabla 7

Nivel de educación de la población

Nivel Educativo	PEA desocupada				Total	PEA Ocupada	PEA
	14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 a mas			
Sin nivel Inicial	5	13	67	36	121	1,462	1,583
Primaria	-	-	1	-	1	43	44
Secundaria	44	142	188	46	420	4,858	5,278
Básica especial	572	353	164	9	1,098	8,233	9,331
Sup. no Univ. incompleta	4	4	1	-	9	5	14
Sup. no Univ. completa	64	21	6	-	91	470	561
Sup. Univ. incompleta	49	54	11	3	117	1,079	1,196
Sup. Univ. completa	110	18	-	-	128	444	572
Maestría / Doctorado	107	57	21	2	187	1,822	2,009
Total	1	5	-	-	6	177	183
Total	956	667	459	96	2,178	18,593	20,771

Fuente: CEPLAN, (INEI,2017)

3.2.7.3 Acceso a servicios básicos

La proporción de ciudadanos que pueden acceder a los servicios básicos es deficiente ya que solo el 6,493 tiene acceso a agua, los que se abastecen por camión cisterna son 56 familias y 9,962 tienen pozo (agua subterránea), asimismo, 380 familias consumen agua de río, sequia, lago o laguna, siendo estos últimos más propensos a contraer cualquier tipo de enfermedad (CEPLAN, 2021).

Las personas que disponen de acceso a una red de saneamiento son 5,428, los que cuentan con pozo séptico y/o tanque séptico-biodigestor, el 1,510 cuanta con letrina (con tratamiento). El 7,136 cuenta con pozo ciego o negro, además, 268 personas realizan cerca al río, sequias o canal; 2,720

realizan a campo abierto o al aire libre, por ende, estos últimos son fuentes de contaminación directa hacia el suelo y agua (CEPLAN, 2021).

Según (CEPLAN, 2021), en el área rural cuenta con un total de 10,149 viviendas de los cuales 18 cuentan con red de desagüe; 266 viviendas cuentan con pozo y/o tanque séptico-biodigestor, 907 tienen letrina (con tratamiento), 6,595 viviendas cuentan con letrinas, el resto de hogares lo realizan cerca al río, cequia o a campo abierto.

De acuerdo a (CEPLAN, 2021), en el área urbana cuenta con un total de 6,949 hogares, 4,195 cuentan con red pública de desagüe, 108 cuenta con pozo séptico y/o tanque séptico-biodigestor, 603 hogares tienen pozo ciego, el resto de los hogares no cuentan con este servicio lo realizan a orillas del río o a campo abierto.

3.2.8 Gestión de residuos sólidos

El distrito de Ilave genera 15 100 kg/día de residuos sólidos entre reciclables y no reciclables, siendo 105 700 kg/semana y 453000 kg/mes, es decir, el 85% de los desechos sólidos termina en el basurero municipal y el 15% es reciclado.

Tabla 8

Porcentaje de residuos sólidos

	botadero kg/día	Reciclables kg/día	Total
	12 835	2 265	15 100
Porcentaje %	85	15	100

Fuente: Elaboración propia



3.3 PERIODO DE DURACIÓN DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Tecnologías de Aguas de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, los estudios analíticos microbiológicos y físico-químicos iniciaron el 28 de diciembre del 2022 hasta el 9 de enero del 2023.

Ubicación:

Provincia : Puno

Departamento : Puno

Dirección : Av. Sesquicentenario Ciudad Universitaria

3.4 MUESTRA

Medio abiótico del río Ilave-Sector Huancuni, que está conformado por los componentes agua y suelo.

3.4.1 Instrumentos para la recolección de muestras

- Etiquetas para el rotulo de muestras
- Frascos de vidrio acaramelados para muestreo de agua
- Frascos de PVC
- GPS
- Cuchara de acero inoxidable
- Bolsas Sifloc
- Cámara fotográfica
- Guantes de nitrilo
- Guantes Latex
- Cinta adhesiva



- Plumón indeleble
- Cadena custodia
- Información del lugar
- Otros materiales

3.4.2 Materiales de laboratorio

- Probeta de 50mL
- Matraz Erlenmeyer de 125mL
- Pipetas de 5mL y 10mL
- Tubos de ensayo
- Embudo de vidrio
- Soporte de embudo
- Varillas de 5cm
- Pissetas
- Guantes descartables

3.4.3 Equipos de laboratorio

Para los exámenes microbiológicos y físico-químicos se utilizaron los siguientes equipos:

- Espectrofotómetro SPECTRONIC 21D
- Incubadora memmert in 75
- Titulador digital Titrette de 25mL, (class Aprecision)
- Autoclave vertical
- pH-metro



3.4.4 Insumos

- Agua destilada
- AgNO₃ (0.0141N)
- K₂CrO₄ (0.25N)
- HCl (0.122N)
- Heliantina (0.1%)
- EDTA (0.01M)
- Eriocromo Negro-T (0.005%)
- Solución tampón (pH 10%)
- NaOH (4N)
- BaCl₂.2H₂O (Murexida (1%))
- Lactosa

3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Observación:** Este método, uno de los primeros empleados en este trabajo de investigación, nos ayudó a determinar las fuentes primarias de contaminación al permitirnos averiguar el nivel de contaminación existente en la región estudiada.
- **Recolección de muestras:** Los métodos utilizados para localizar y recoger muestras de suelo y agua se basaron en:
- **Suelo:** Guía de muestreo para Suelo, que fue aprobado mediante D.S. 011- 2017-MINAM, en el cual detallan los pasos y/o criterios a tener en cuenta durante la toma y traslado de muestra. Los equipos, las herramientas y los instrumentos a usarse en el muestreo estarán en función de:
 - La profundidad máxima a la que se va a tomar la muestra.
 - El tipo de textura del suelo.



- El tipo de contaminante (volátil, semi volátil, no volátil) que se presuma en el sitio. La accesibilidad al punto de muestreo
- **Tamaño de muestra:** Determinado por las características del contaminante, el sitio y los métodos analíticos requeridos.
- **Instrumentos para colecta:** Fáciles de limpiar, resistentes al desgaste y sin sustancias que puedan contaminar o alterar las muestras.
- **Contaminantes orgánicos:** Usar instrumentos y envases que no contengan químicos que interfieran con los análisis.
- **Suelos contaminados con metales:** Emplear utensilios de plástico, teflón o acero inoxidable como palas, barrenas, espátulas y martillos, además de lápices, marcadores, etiquetas, cinta métrica y mapas del área.
- **Material de apoyo en campo:** Cartas topográficas, mapas edafológicos, climáticos, geológicos, y cartográficos actualizados. Cámara fotográfica, libreta para registro de actividades y documentación de cadena de custodia
- **Agua: Protocolo Nacional** para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos Superficiales.
- **Preparación del personal:** Usar botas de jebe y guantes desechables.
- **Selección del punto:** Elegir un lugar accesible con corriente homogénea y poco turbulenta.
- **Enjuague del balde:** Lavar el balde con agua del punto de muestreo al menos dos veces antes de usar.
- **Preparación del frasco:** Fijar un frasco en el brazo muestreador, retirando la tapa sin tocar su interior, previamente rotulado.



- **Toma de muestra:** Usar el brazo muestreador para sumergir la botella en dirección opuesta a la corriente hasta llenarla parcialmente. Enjuagar la botella al menos dos veces (excepto para análisis orgánicos o microbiológicos).
- **Profundidad:** Tomar la muestra a 20-30 cm de profundidad desde la superficie, en contra del flujo.
- **Repetición:** Repetir los pasos necesarios según el protocolo no detallado en la imagen.

3.6 METODOLOGÍA DE MUESTRAS PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL DE SUELO

3.6.1 Objetivos

- Valorar la calidad del suelo del río Ilave-Sector Huancuní, verificando la ejecución conforme a lo dispuesto en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo que fue aprobado mediante el D.S. N° 011-2017-MINAM (Anexo B), donde indican los parámetros químicos y la concentración permitida de cada elemento, que estos no sean un riesgo significativo para la salud de los habitantes.
- Comparar los hallazgos conseguidos de los estudios analíticos de metales pesados AS, Pb, Cd, Hg, Zn con las directrices actuales y evaluar su condición vigente.

3.6.2 Marco legal

- Constitución Política del Perú – Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley General del Ambiente – Ley N° 28611.
- Estándares de Calidad de Suelo D.S. N° 011-2017-MINAM

- Metodología del muestreo
- Se hizo conforme a la Guía de muestreo de suelos agrícolas (MINAM, 2014), asimismo, se identificó el punto de muestreo, anotando las coordenadas en UTM por lo que se empleó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) GARMIN, para la localización precisa en muestreos posteriores.
- La muestra fue recolectada con una espátula a una profundidad de 10 cm, el cual está constituida por 2 sub muestras, que fueron juntadas y homogenizadas y previamente cuarteadas, obteniéndose una muestra única, el cual fue etiquetada
- Se llevó la muestra de suelo superficial al laboratorio RHLAB.S.A.C- Juliaca

3.6.3 Estación de muestreo para suelo

Tabla 9

Estación de muestreo para metales pesado en suelo

Estación de muestreo	Fecha	Hora	Coordenadas UTM		Descripción de ubicación
			Norte	Este	
Punto (1)	28/12/20	8:02a	8,222,565	433,248	Rivera del río
Metales pesados	22	m	2	9	Ilave, sector Huancuni

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se muestra de manera detallada las coordenadas de la estación de muestreo para suelo

Figura 6

Punto de muestreo para calidad de suelo



Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación, Google earth.

La toma de muestra para el análisis de suelo en metales pesados se tomó solo de un punto el cual está ubicado en la rivera del río, como se muestra en la figura 6, y para mayor detalle se muestra en la siguiente tabla 9

3.7 METODOLOGÍA DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL DE AGUA

3.7.1 Calidad de agua

3.7.1.1 Objetivos

- Valorar la calidad hídrica del río Ilave, sector Huancuní, verificando la ejecución de acuerdo a las normas establecidas en el ECA de Agua
- Comparar los hallazgos conseguidos en el muestreo de los criterios físico-químicos, con la norma actual y valorar su situación vigente.



3.7.1.2 Marco legal

- Constitución Política del Perú – Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley General del Ambiente – Ley N° 28611.
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017- MINAM.

3.7.1.3 Toma de muestra de agua

Se ubicaron los puntos de muestreo, para la especificación de la localización exacta se empleó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) GARMIN, para que luego esta localización sea consignada en coordenadas UTM para que pueda ser identificado y reconocido en muestreos futuros.

- El acondicionamiento de frascos de muestreo se llevó a cabo conforme a las características a valorar, con sus respectivos etiquetados. En el momento de la toma de muestra se empleó frascos de polietileno y frascos de vidrio acaramelado, los cuales se sujetó del cuello, sin destapar se sumergió bajo el agua, con la boca en ángulo contrario al flujo hídrico, se destapó el envase y se obtuvo la muestra, cubriéndolo de inmediato utilizando los guantes descartables. Las muestras fueron acondicionadas en un cooler para garantizar el arribo al laboratorio en estados óptimos de conservación.
- Llenado de cadena custodia, el modelo fue aportado por Laboratorio Analíticos del Sur-Arequipa, para señalar los

parámetros a evaluar, las muestras estuvieron cubiertas, etiquetadas y alojadas en el cooler, con hielo con el objetivo de su preservación.

Figura 7

Estación de muestro de agua



Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación de Google earth

Para la estación de muestreo de metales pesados se tomó solo punto de muestreo, el cual es el punto (2) que se encuentra entre la unión del río y el agua residual proveniente de la laguna de oxidación, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10

Estación de muestreo para metales pesados en agua

Estación de muestreo	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM		Descripción del punto de muestreo
		Norte	Este	
Punto (2) Metales pesados	28/12/2022	8,222,563	433,249,9	Unión entre agua residual y el río

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis físico-químico y microbiológico se tomaron muestras de los 3 puntos (punto (1), punto (2) y punto (3))

Tabla 11

Estaciones de muestreo para la calidad de agua

Estación de muestreo	Fecha de muestreo	Coordenadas UTM		Descripción del punto de muestreo
		Norte	Este	
Punto (1)	02/01/2023			Canal de salida del agua residual
Físico-químico	03/01/2023	8,222,619,8	433,222	
Microbiológico				
Punto (2)	02/01/2023			Unión entre agua residual y el río
Físico-químico	03/01/2023	8,222,563	433,249,9	
Microbiológico				
Punto (3)	02/01/2023			100 metros de la unión
Físico-químico	03/01/2023	8,222,46,9	433,310,7	
Microbiológico				

Fuente: Elaboración propia

3.8 PROCEDIMIENTO

Las pruebas experimentales se realizaron en el laboratorio de tecnología de aguas de la Facultad de Ingeniería Química FIQ – UNA – Puno, los procedimientos para el análisis Físico-químico de agua, los parámetros a analizar fueron:

- Determinación de calcio como Ca^{++}
- Determinación de dureza total como CaCO_3
- Determinación de alcalinidad como CaCO_3
- Determinación de cloruros (Cl^-)
- Determinación de sulfatos (SO_4^{++})
- Análisis microbiológico de aguas por el método de NMP

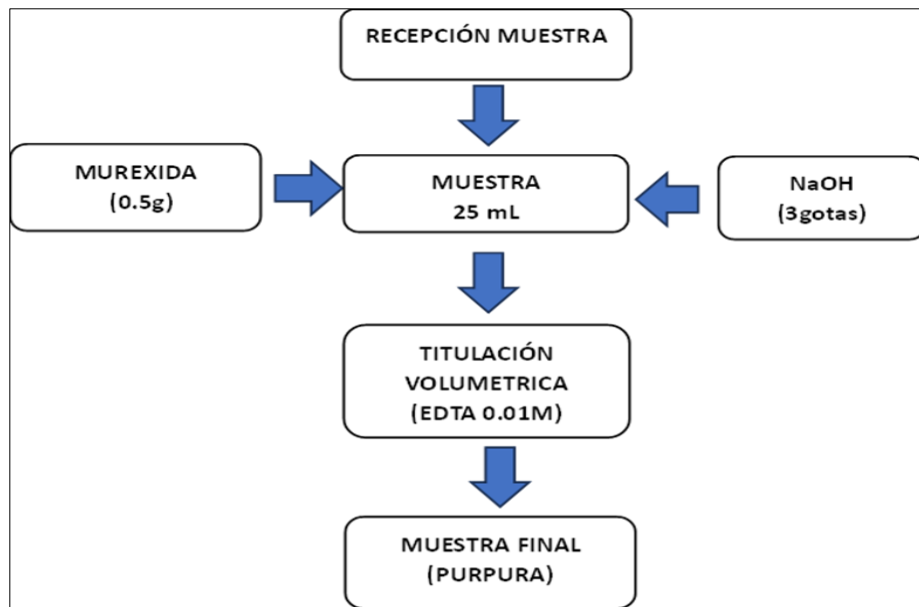
3.8.1 Procedimiento para el análisis de calcio como Ca^{++} en agua residual

- Recepción de la muestra.
- Se filtra la muestra de agua aproximadamente 100mL, luego de medir 25 mL de muestra de agua en una probeta y trasvasar a un matraz Erlenmeyer.
- Añadir 3 gotas de hidróxido de sodio (4N), agitar y dejar por un espacio de 5 min aproximadamente para que ocurra la primera reacción.
- Luego agregar 0,05g de Murexida, agitar.
- Después de 5 a 8 min, realizar la titulación volumétrica con solución EDTA 0.01M, hasta coloración purpura.
- Anotar el gasto y realizar el cálculo con la siguiente ecuación:

$$Ca^{++} \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(N_{EDTA} * V_{gasto}) * mmol_{Ca} * 1000000}{V_{muestra}} \quad (1)$$

Figura 8

Diagrama de flujo: determinación de ca^{++}



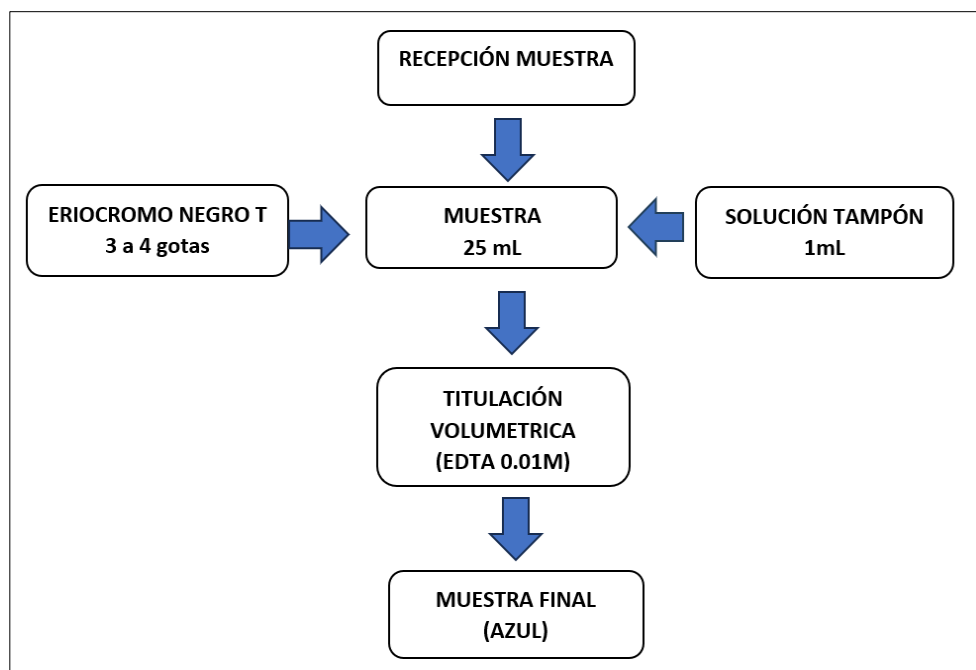
3.8.2 Procedimiento para la determinación de dureza total como CaCO_3 en agua residual

- Recepción de la muestra
- Filtrar la muestra de agua aproximadamente 100mL, luego de medir 25 mL de muestra de agua en una probeta y trasvasar a un matraz Erlenmeyer.
- Agregar 1mL de solución tampón, homogenizar, dejar por un espacio de 5min aproximadamente para que ocurra la primera reacción
- Agregar de 3 a 4 gotas de Eriocromo Negro T, agitar y dejar por un espacio de 5 a 8 min
- Realizar la titulación volumétrica con solución EDTA 0.01M, hasta la coloración azul
- Realizar cálculo con la siguiente ecuación:

$$\text{CaCO}_3 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(M_{\text{EDTA}} * V_{\text{gasto}}) * \text{mmol}_{\text{CaCO}_3} * 1000000}{V_{\text{muestra}}} \quad (2)$$

Figura 9

Diagrama de flujo: determinación de dureza total como CaCO_3



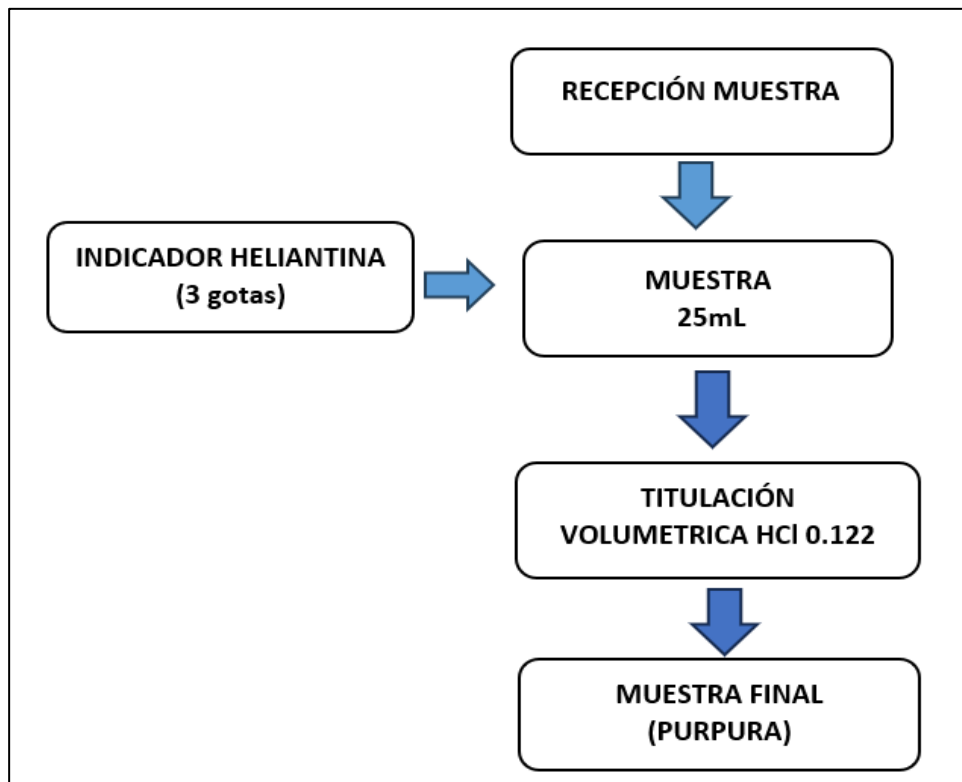
3.8.3 Procedimiento para la determinación de alcalinidad como CaCO_3 en agua residual

- Recepción de la muestra
- Filtrar la muestra de agua aproximadamente 100mL, luego de medir 25 mL de muestra de agua en una probeta y trasvasar a un matraz Erlenmeyer.
- Agregar 3 gotas de indicador Heliantina, agitar la muestra y dejar de 3 a 5 min para que ocurra la reacción.
- Realizar la titulación volumétrica con ácido clorhídrico (HCl) al 0.122N, hasta que la muestra se torne de acaramelado.
- Anotar el gasto y realizar el cálculo con la siguiente ecuación:

$$\text{CaCO}_3 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(M * V_{\text{gasto}}) * \text{meq}_{\text{CaCO}_3} * 1000000}{V_{\text{muestra}}} \quad (3)$$

Figura 10

Diagrama de flujo: determinación de alcalinidad como CaCO_3



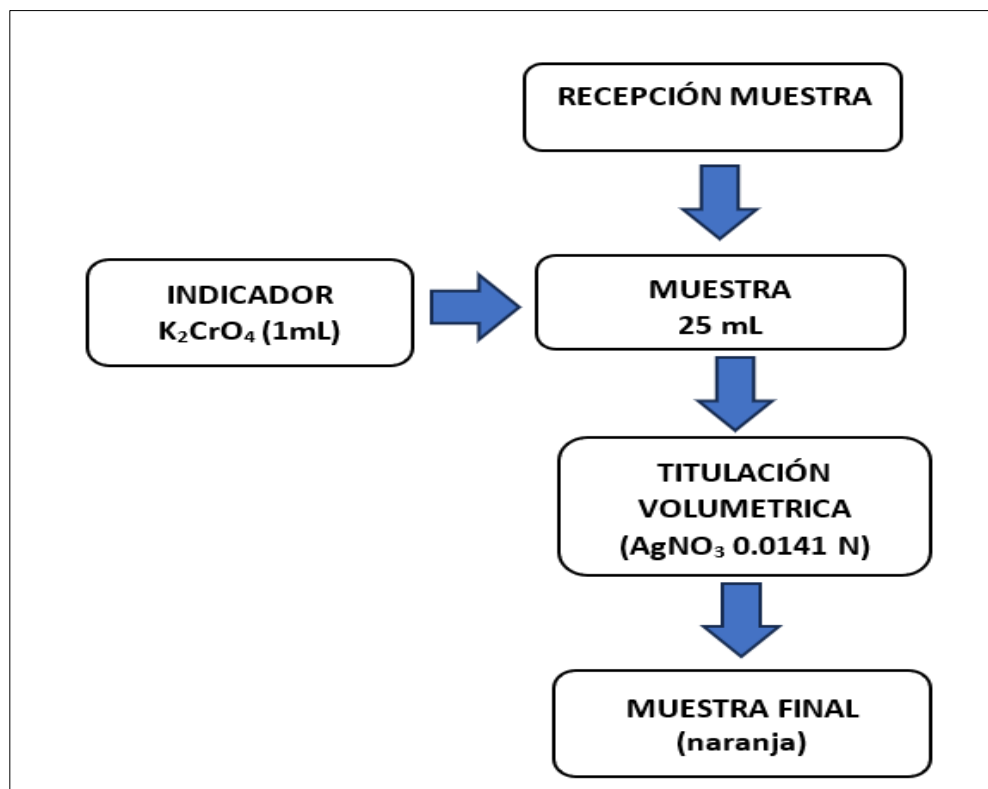
3.8.4 Procedimiento para el análisis de cloruros (Cl⁻) en agua residual

- Recepción de la muestra
- Filtrar la muestra de agua aproximadamente 100mL, luego se medir 25 mL de muestra de agua en una probeta y trasvasar a un matraz Erlenmeyer.
- Adicionar 2mL de indicador K₂CrO₄, agitar y dejar por unos 5 min aproximadamente hasta que ocurra la reacción.
- Realizar la titulación volumétrica con nitrato de plata (AgNO₃) al 0.0141 N, hasta que la muestra se torne de color anaranjado
- Anotar el volumen de gasto y proceder a realizar el cálculo.

$$Cl^{-} \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(N * V_{gasto}) * meq_{Cl} * 1000000}{V_{muestra}} \quad (4)$$

Figura 11

Diagrama de flujo: determinación de cloruros (Cl⁻)



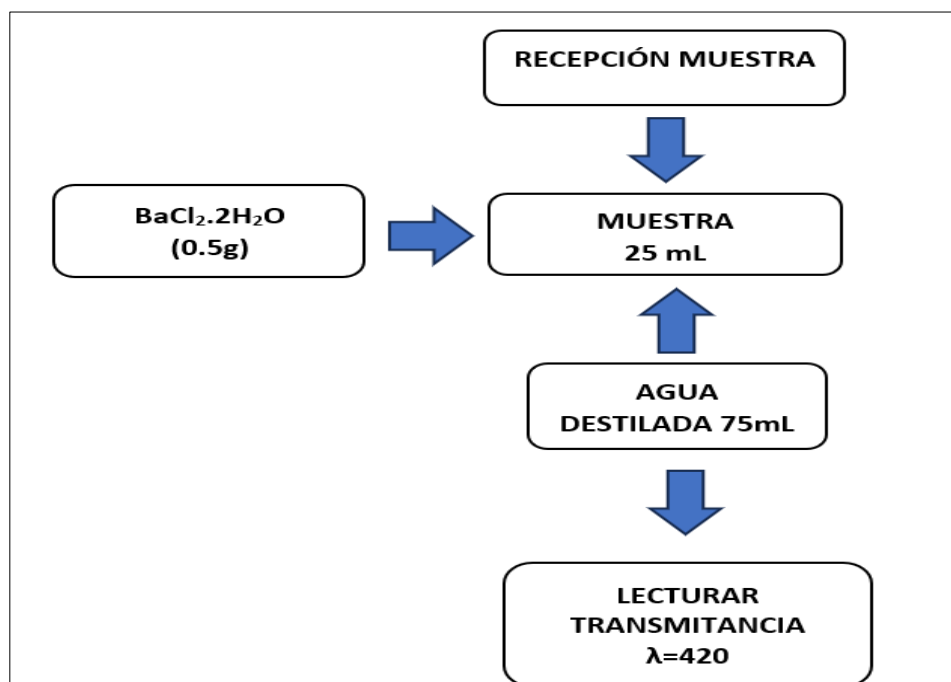
3.8.5 Procedimiento para análisis de sulfatos en agua residual

- Recepción de la muestra
- Filtrar la muestra de agua aproximadamente 100mL, luego se medir 25 mL de muestra de agua en una probeta y trasvasar a un matraz Erlenmeyer de 250mL.
- Agregar 0,5g de $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, agitar la muestra y dejar reposar por 3min hasta que ocurra la reacción.
- Agregar 75mL de agua destilada, agitar y dejar por 5min
- Realizar la lectura en el equipo de espectrofotómetro con una transmitancia de 420nm

$$mg/L SO_4^{-2} = \frac{Abs * F * 100}{V_{muestra}} \quad (5)$$

Figura 12

Diagrama de flujo: determinación de sulfatos





3.8.6 Análisis microbiológico de aguas residuales por el método de NMP

Antes de realizar el análisis microbiológico en agua se debe de realizar lo siguiente:

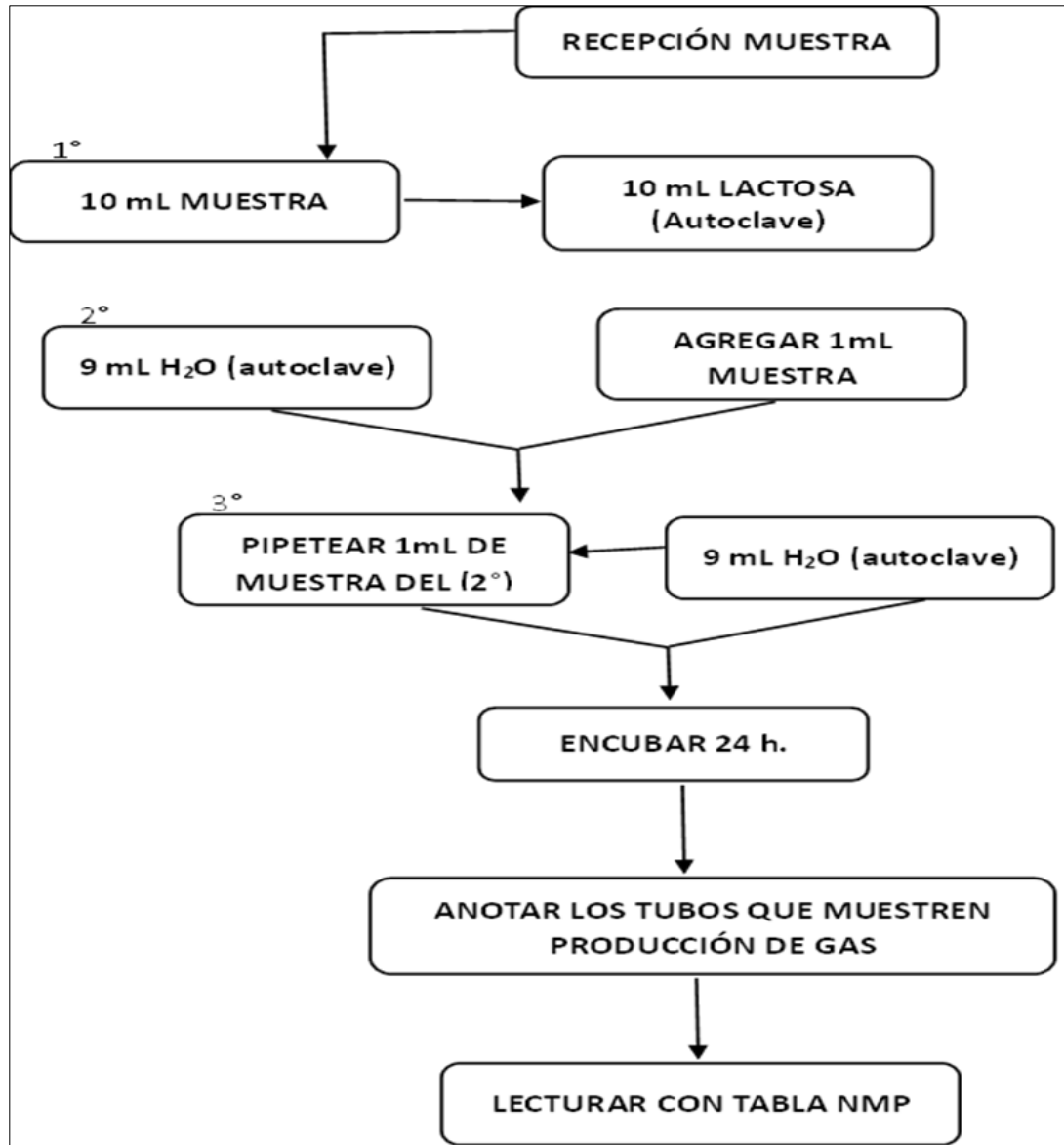
- Agregar 10 mL de lactosa en tubo de ensayo, insertar una varilla de vidrio de 5cm y agitar. (cada muestra se realiza por triplicado)
- Tapar con algodón y colocar en un vaso de precipitado los tubos de ensayo.
- Con papel Kraft envolver el vaso de precipitado con los tubos, asimismo, envolver las pipetas a utilizar, luego con pabulo asegurar los extremos para no ingrese aire y logre soltarse la envoltura
- En un frasco de vidrio de 500mL agregar agua destilada, seguidamente envolverlo con papel Kraft y asegurar con pabulo
- Colocar al equipo de autoclave a una $T^{\circ}=120^{\circ}\text{C}$, durante 15min
- Dejar enfriar para poder retirar todos los materiales de manera segura.

Procedimiento de análisis microbiológico

- Recepción de la muestra
- De la muestra matriz se toma 10 mL de muestra en un tubo de ensayo (tubo 1), luego se toma 1 mL de muestra del (tubo 1) a otro tubo de ensayo (tubo 2) y por último se toma 1 mL de muestras del (tubo 2) al (tubo 3), se añade 9 mL de agua destilada (autoclave) a los dos últimos tubos de ensayo, agitar seguidamente colocar el algodón si el tubo no tiene tapón.
- Llevar a incubar por 24 h.
- Resultados con tablas NMP

Figura 13

Diagrama de flujo: Análisis microbiológico de coliformes totales por técnica NMP



3.9 MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN BASE A LA MATRIZ DE LEOPOLD

Para la identificación de impactos ambientales existen diferentes metodologías como; el listado simple o lista de verificación, Ad hoc (panel de expertos), métodos cartográficos, diagramas de flujo, etc., sin embargo es necesario tener en cuenta que no



todos los métodos son universales, además muchos de ellos fueron desarrollados para proyectos específicos, por ello se debe conocer las características medio-ambientales significativas en condiciones usuales, inusuales y en situaciones de emergencia, esto nos ayuda a elegir el método más adecuado para el proyecto.

Para el presente proyecto de investigación se han tenido en cuenta estos métodos:

- Lista de verificación (Check List), identificar riesgos ambientales, verifica el cumplimiento en relación a normas, procedimientos y políticas.
- Matriz de Leopold, reconocimiento de impactos (relación causa – efecto)

Ambos métodos serán adecuados a las condiciones de interrelación entre el derramamiento de aguas cloacales y los factores medio-ambientales, con el fin de colocar su valoración e importancia en el ecosistema. Por ende, los impactos son fácilmente evaluados por la matriz de Leopold, ya que examina las asociaciones entre el vertimiento de aguas servidas y los componentes ambientales afectados en su entorno (agua y suelo).

a) Metodología de identificación de impactos ambientales

Para reconocer los impactos medioambientales originados por la evacuación de aguas servidas en dirección al río Ilave – sector Huancuni, se ha considerado la técnica de lista de verificación (Check List), el cual nos ayuda como una guía para el reconocimiento de los efectos producidos al medio físico.

Para el empleo de la metodología de Check List, en primer lugar, se lleva a cabo un listado ordenado de componentes medioambientales que pudieran ser influenciados, en la segunda fila se colocan los componentes y/o factores que podrían ser influenciados, en la tercera columna se agregan los eventuales impactos medioambientales que podrían verse alterados por el vertimiento de aguas servidas.

b) Metodología de evaluación de impacto ambiental

En nuestro proyecto se empleó el método de criterios relevantes integra (CRI) para la valoración de impactos medioambientales. El método CRI, recomienda el cálculo del índice de valor de impacto ambiental (VIA) para los impactos que produzcan el vertimiento de aguas servidas, el cual permitirá identificar los impactos, programar disposiciones de prevención y reducción.

El cálculo del índice VIA se realiza por medio de la adición ponderada de los valores de los indicadores como: carácter, riesgo, intensidad, extensión, duración, reversibilidad. Una vez obtenida el resultado del índice VIA se clasifica el impacto conforme al riesgo de ocurrencia.

Utilizando los siguientes criterios, se hace un primer intento de expresar cuantitativamente cada indicador, de forma independiente, al principio de la evaluación. (Tito, 2020)

- **Carácter (CA):** Cuando la acción genera un cambio que puede ser beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diversas actividades que pueden repercutir sobre los variados factores a considerar.

Tabla 12

Escala de valoración del carácter (CA)

Escala de valoración del carácter (impacto sobre los diversos factores)	
Calificación	Valor
Positivo	+1
Negativo	-1

Fuente: Elaboración propia en base a la matriz de Leopold

- **Riesgo impacto (RG):** Evalúa la probabilidad de que se produzca la influencia sobre el componente medioambiental examinado. En la siguiente tabla se presenta la escala de valores asignados.

Tabla 13

Escala de valoración de la intensidad del impacto

Escala de valoración de la intensidad del impacto		
Probabilidad	Rango	Valoración
Alta	Cuando el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia >50%	10
Media	Cuando el impacto tiene una probabilidad del 10 al 50 %	5
Baja	Cuando el impacto tiene una probabilidad casi nula del 1 al 10%	2

Fuente: Elaboración propia en base a la matriz de Leopold

- **Intensidad del impacto (I):** La intensidad describe el nivel de incidencia con que se manifiesta el impacto, que tan grave puede ser (vertimiento de aguas servidas) en relación con el factor medioambiental examinado. El valor para la evaluación de la intensidad está contenido entre 1 a 10, en el cual 1 es la afección mínima y 10 expresa la destrucción máxima del área. En la siguiente tabla se presenta la escala de valoración sugerida para valorar esta variable:

Tabla 14

Escala de valoración de intensidad del impacto

Escala de valoración de la intensidad del impacto		
Intensidad	Descripción	Valoración
Baja	El nivel de alteración es mínimo, el estado originario del ambiente se mantiene	1
Media	El nivel de alteración conlleva variaciones notables respecto al estado originario, pero estos se encuentran dentro de niveles tolerables	5
Alta	El nivel de alteración del ambiente es severo a su condición original	10

Fuente: En base a la matriz de Leopold

- **Extensión o influencia del impacto (E):** Califica al impacto conforme a la magnitud del área o extensión influida tanto de manera directa o indirectamente en la que se manifiesta el efecto respecto al entorno. La escala de valoración de esta variable es la que se muestra a continuación:

Tabla 15

Escala de valoración de la extensión del impacto

Escala de valoración de la extensión del impacto		
Extensión	Descripción	Valoración
Generalizada > 75% área	El efecto comprende la zona que se halla fuera de la región de estudio	10
Local o extensiva (10-75%)	Cuando se efecto de impacto se verifica dentro del área de estudio o territorio	5
Muy local < 10%	El efecto se encuentra dentro del entorno del área localizada de la fuente de impacto	1

Fuente: Elaboración en base a la matriz de Leopold

- **Duración del impacto (DR):** Hace referencia a la escala en la cual actúa un determinado efecto, esto se mide de acuerdo al número de años donde se manifiesta el impacto, además hace referencia a un determinado efecto

Tabla 16

Escala de valoración de la duración del impacto

Escala de valoración de la duración del impacto		
Duración (años)	Plazo	Valoración
>10	Largo	10
5 a 10	Mediano	5
1 a 5	Corto	2

Fuente: Elaboración en base a la matriz de Leopold

- **Reversibilidad del impacto (RV):** Tiene la probabilidad, complejidad o imposibilidad de un retorno a retomar a la condición previa, después de verse acabada la acción productora del impacto, en la cual retorna solo por la acción de

mecanismos naturales. En la siguiente tabla se presenta la escala de valores establecidos para cualificar esta variable.

Tabla 17

Escala de valoración de reversibilidad del impacto

Escala de valoración de la reversibilidad de los impactos		
Categoría	Capacidad de reversibilidad	Valoración
Irreversible	Baja o irrecuperable. El impacto puede ser reversible a muy largo plazo (>30años)	10
Parcialmente irreversible	Media. Impacto reversible a largo plazo	5
Reversible	Alta. Impacto reversible a corto plazo (0 a 10 años)	2

Fuente: Elaborado en base a la matriz de Leopold

- **Magnitud del impacto ambiental (M):** Es la intensidad o grado de incidencia que se produce sobre el factor ambiental, su valor se obtiene al relacionar las tres variables (intensidad, extensión, duración), mediante la siguiente ecuación: (Tito, 2020)

$$Mi = (I_i \cdot W_i) + (E_i \cdot W_e) + (D_i \cdot W_d) \quad (6)$$

Donde:

- I: Intensidad
- E: Extensión
- D: Duración
- M: Magnitud del impacto ambiental

En la ecuación anterior los valores de W_i , W_e y W_d , son factores adimensionales que expresan el peso de incidencia de la variable sobre la magnitud del impacto, cuya suma de estos tres coeficientes siempre es igual a 1. (Tito, 2020)

De acuerdo a Delphi los valores propuestos son:

- $W_{\text{intensidad}} = 0.4$
- $W_{\text{extensión}} = 0.4$
- $W_{\text{duración}} = 0.2$

Tabla 18*Escala para la determinación de la magnitud del impacto*

Escala de valores para la determinación de magnitud del impacto		
Magnitud	Descripción	Valoración
Alta	Devastación casi total del componente ambiental afectado	8
Media	Indica un contexto intermedio al compararse con los otros dos grados	4
Baja	Alteración mínima del componente afectado	1

Fuente: Elaborado en base a la matriz de Leopold

Finalmente, cuando ya se realizó la calificación de las 6 variables de la valoración ambiental, se continúa a realizar el cálculo de VIA, el cual considera la correspondencia de M, RV y RG, por medio de la siguiente ecuación:

$$VIA = (RV)^{WRV} \cdot (RG)^{WRG} \cdot (M)^{WM} \quad (7)$$

Donde:

RV = Reversibilidad del impacto**RG** = Riesgo de suceso**M** = Magnitud del impacto**VIA** = Valor del índice ambiental

En esta fórmula las variables WRV, WRG y WM, además, son factores adimensionales que expresan el peso del criterio de reversibilidad, riesgo y magnitud, que sumados los coeficientes de estos factores nos da como resultado una unidad. Se cumple que:

$$WRV + WRG + WM = 1 \quad (8)$$

Para la realización del cálculo de VIA se designaron estos valores:

$$WRV = 0.3$$

$$WRG = 0.3$$

$$WM = 0.4$$

Inmediatamente después de hallado el VIA de cada impacto analizado se procede a evaluar los hallazgos conseguidos, el cual se realiza mediante la adición de filas y columnas respectivamente. Además, se continúa calculando los productos de los impactos negativos y positivos producto de la afluencia de aguas servidas hacia ale rio Ilave.

- **Significado de los impactos ambientales evaluados:** Por último, se considera en cuenta la relevancia relativa para valorar el impacto, para lo cual se necesita de una etapa de caracterización cuantitativa, el cual nos ayuda al momento de tomar determinaciones. Con ese fin, se desarrolla la matriz de significación de impactos, en la cual especifican los atributos o rasgos del impacto.

El índice o VIA establece la relevancia del impacto, basándose según los hallazgos, se describirán los impactos potenciales directos o indirectos que inciden sobre los componentes físicos y biológicos del medioambiente, en la siguiente tabla, se muestran las siguientes categorías y el significado de estas.

Tabla 19

Escala de significado de los impactos evaluados

Escala de significado de los impactos evaluados		
VIA	Significado Del Impacto	Categoría
<2	Muy bajo (omisibles), no significativo	Azul
2 a 4	Bajo (leves), poco significativo	Verde
4 a 6	Medio (moderado), medianamente significativo	Amarillo
6 a 8	Alto (severo), significativo	Naranja
>8	Muy alto (muy severo), muy significativo	Rojo

Fuente: Elaborado en base a la matriz de Leopold

Según esta evaluación y categoría se muestra la matriz causa – efecto de valoración de impactos conforme a las técnicas descritas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

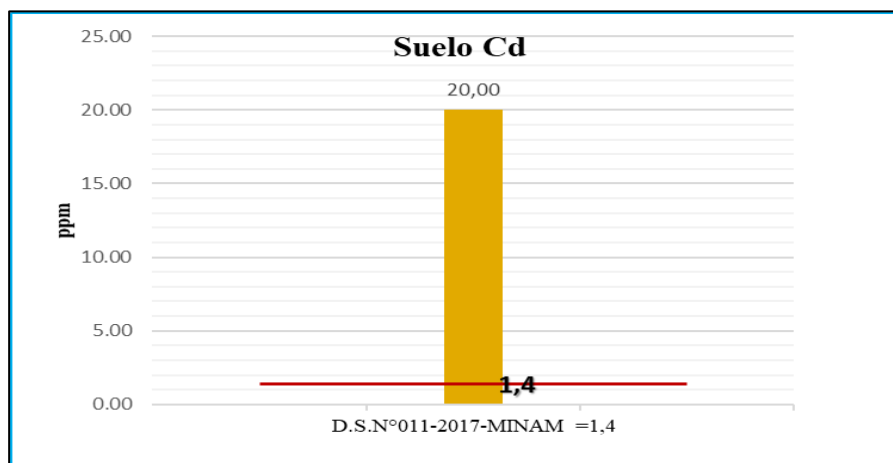
4.1 PARA EL PRIMER OBJETIVO: RESULTADOS DE MUESTRO DE LA CALIDAD DE SUELO Y AGUA

4.1.1 Muestra de calidad de suelo concentración de Cadmio (Cd)

La concentración de cadmio (Cd) para la estación de muestreo de suelo del punto (1) es de 20,00 ppm, en contraste con el ECA para suelo se encuentra superior al valor permitido que es de 1,4 mg/kg.

Figura 14

Concentración de Cadmio (Cd) en comparación con los ECA de suelo



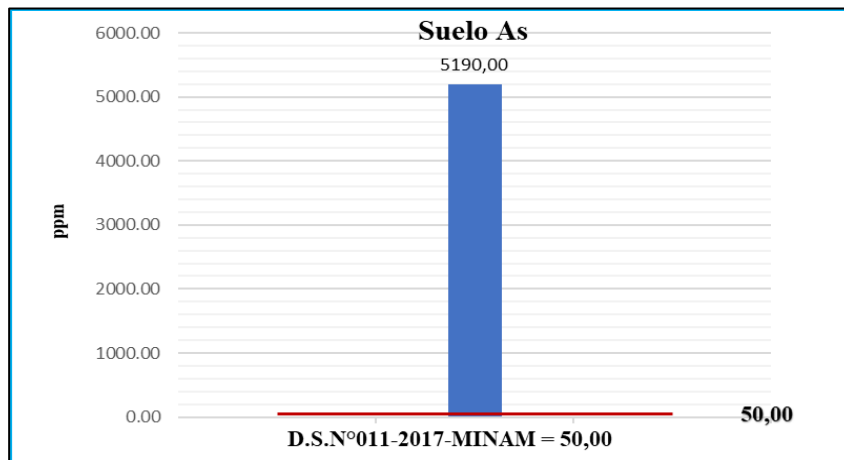
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.1.2 Concentración de Arsénico (As)

El grado de concentración de As para el punto (1) fue de 5190,00 ppm, en contraste con ECA que es de 50,00 mg/kg, de acuerdo al resultado obtenido este se encuentra por encima del valor permitido.

Figura 15

Concentración de Arsénico en comparación con el ECA de suelo



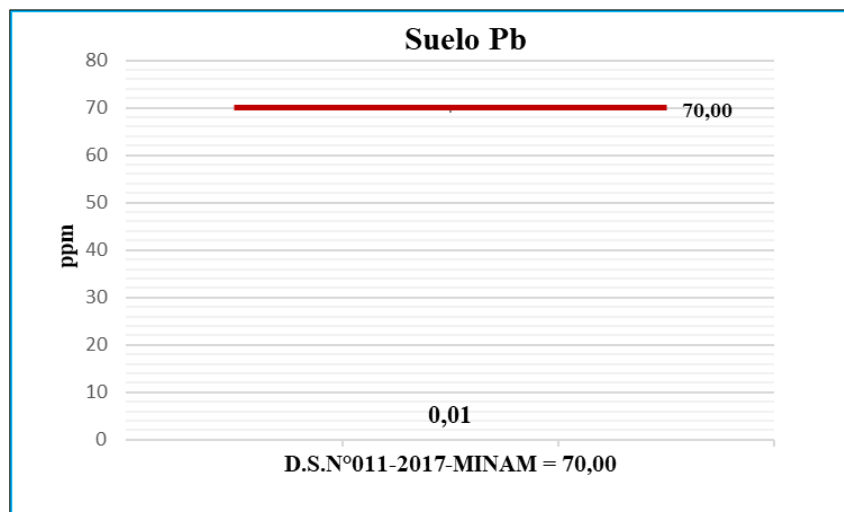
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.1.3 Concentración de Plomo (Pb)

El grado de concentración de plomo para la estación del punto (1) fue de 0,01 ppm, en contraste con los ECA, cuyo valor es de 70,00 mg/kg, encontrándose inferior a dicho valor.

Figura 16

Concentración de Plomo en comparación con el ECA de suelo



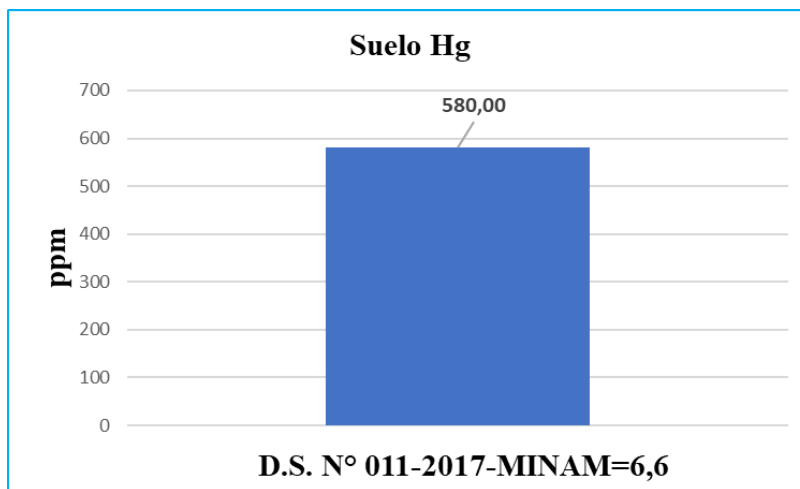
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.1.4 Concentración de Mercurio (Hg)

La estación de muestreo del punto (1) tiene un contenido de mercurio (Hg) de 580,00 ppm, lo que supera el límite permitido el ECA para suelo, que es de 6,6 mg/kg.

Figura 17

Concentración de Mercurio en comparación con el ECA de suelo



Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.2 MUESTRA CALIDAD DE AGUA EN PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

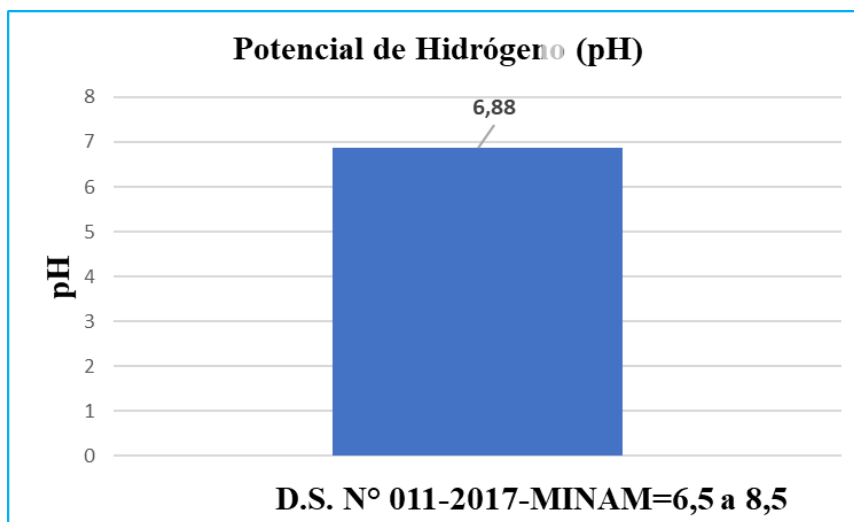
Para determinar los parámetros físico – químicos se ha optado realizar en tres puntos diferentes (punto (1), punto (2) y punto (3)), las distancia entre los puntos de muestreo son las adecuadas. Para el estudio analítico las muestras fueron enviadas al laboratorio Analíticos del Sur Arequipa y al laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Del Altiplano Puno.

4.2.1 Parámetros considerados para el punto (1): Concentración de potencial de Hidrógeno (pH)

El potencial de hidrogeniones (pH) para la estación de muestreo del punto (1) fue 6,88, en comparación con el Estándar de Calidad Ambiental para agua categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser entre 6,5 a 8,5, por lo tanto, se encuentra dentro del valor permitido.

Figura 18

Potencial de Hidrogeno en la muestra en punto (1)



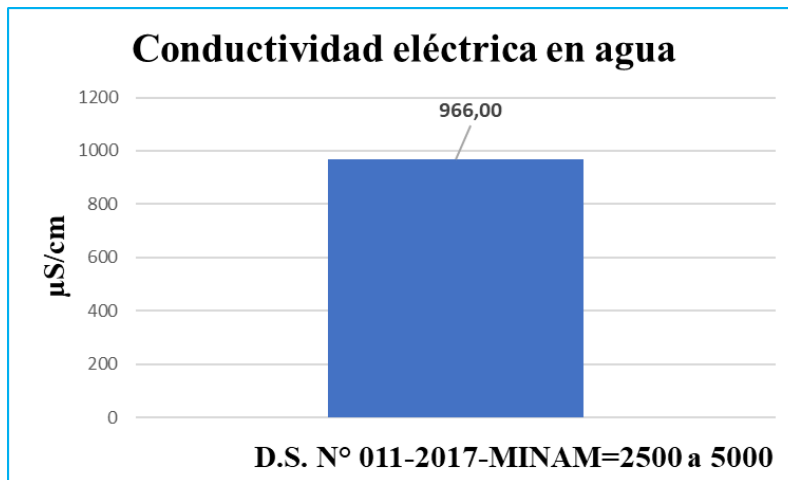
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.2.2 Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Conductividad eléctrica en la estación de muestreo punto (1) fue 966 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en comparación con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser entre 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, este se encuentra por muy debajo del valor permitido.

Figura 19

Conductividad eléctrica del punto (1)



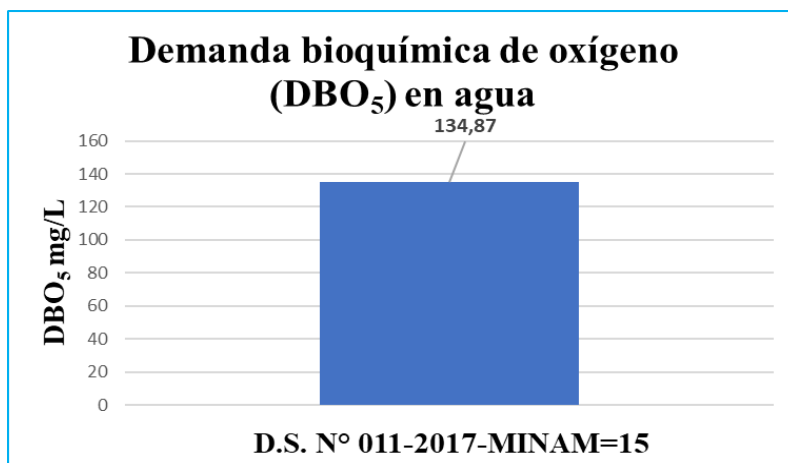
Fuente: Elaboración propia en el programa Excel

4.2.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en mg/L en la estación de muestreo punto (1) fue 134,87 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser en 15,00 mg/L como máximo, por lo tanto, se encuentra por muy encima del valor permitido.

Figura 20

Concentración de DBO₅ en agua, en el punto (1)



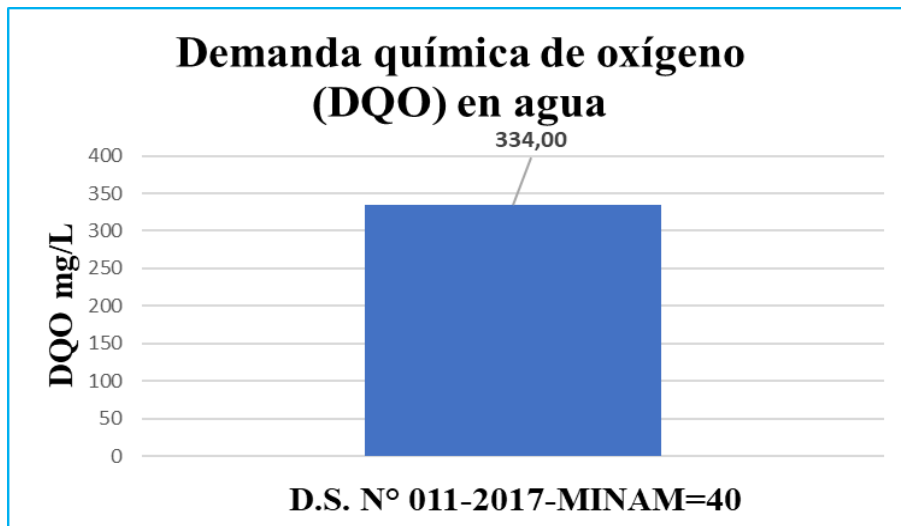
Fuente: Elaboración propia en el programa Excel

4.2.4 Demanda química de oxígeno (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en mg/L en la estación de muestreo punto (1) fue 334,00 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales donde establece que la DQO debe ser 40,00 mg/L como máximo, encontrándose muy por encima del valor permitido.

Figura 21

Concentración de DQO en agua, punto (1)



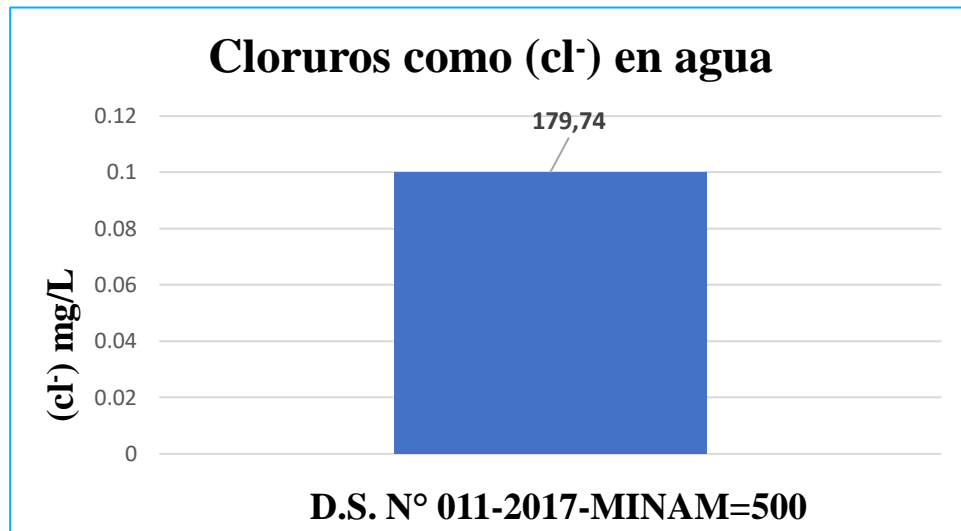
Fuente: Elaboración propia en el programa Excel

4.2.5 Cloruros como (Cl⁻)

Los Cloruros como (Cl⁻) en mg/L para la estación de muestreo punto (1) fue 179,74 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser 500 mg/L, encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 22

Concentración de Cloruro en agua, punto (1)



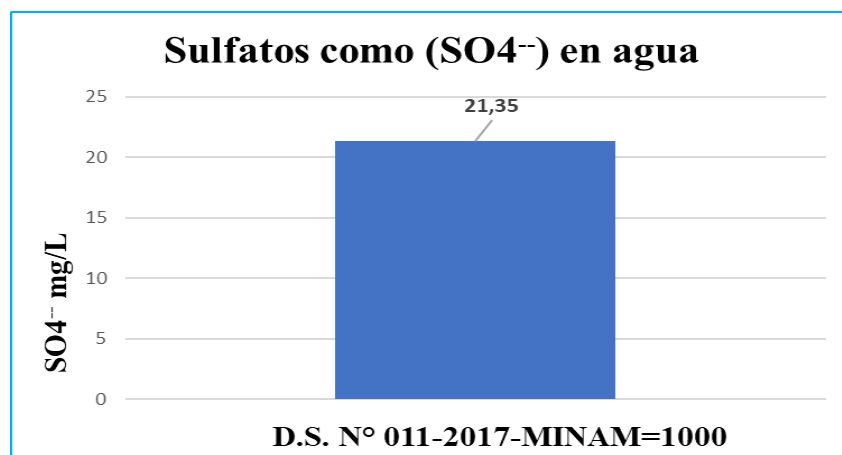
Fuente: Elaboración propia en el programa Excel

4.2.6 Sulfatos como (SO₄²⁻)

Los sulfatos como (SO₄²⁻) en mg/L para la estación de muestreo punto (1) fue 21,35 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser 1000 mg/L, encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 23

Concentración de Sulfatos en agua, punto (1)



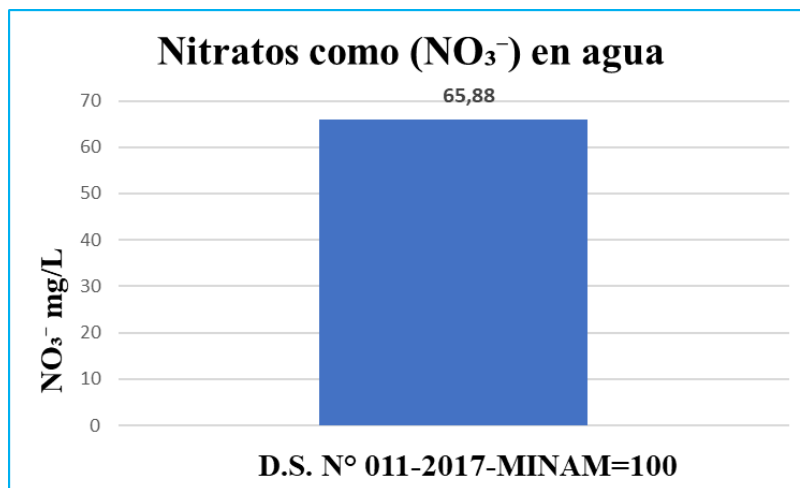
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.2.7 Nitratos como (NO_3^-)

Los nitratos como (NO_3^-) para la estación de muestreo del punto (1) fue 65,88 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser 100 mg/L, tanto para riego de vegetales y bebida de animales encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 24

Concentración de nitratos en agua, punto (1)



Fuente: Elaboración propia en el programa Excel

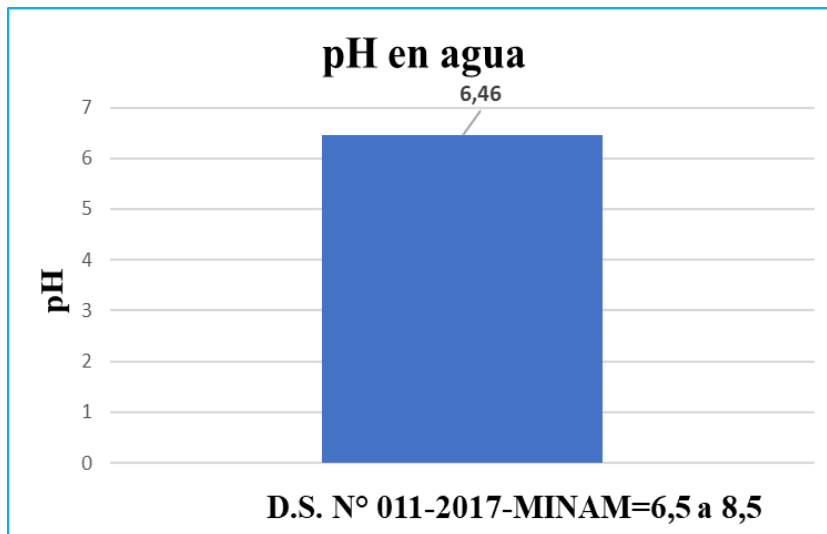
4.3 PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL PUNTO (2)

4.3.1 Concentración de potencial de hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno (pH) para la estación de muestreo del punto (2) fue 6,46, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser entre 6,5 a 8,5, encontrándose ligeramente por debajo del valor permitido.

Figura 25

PH en agua, muestra punto (2)



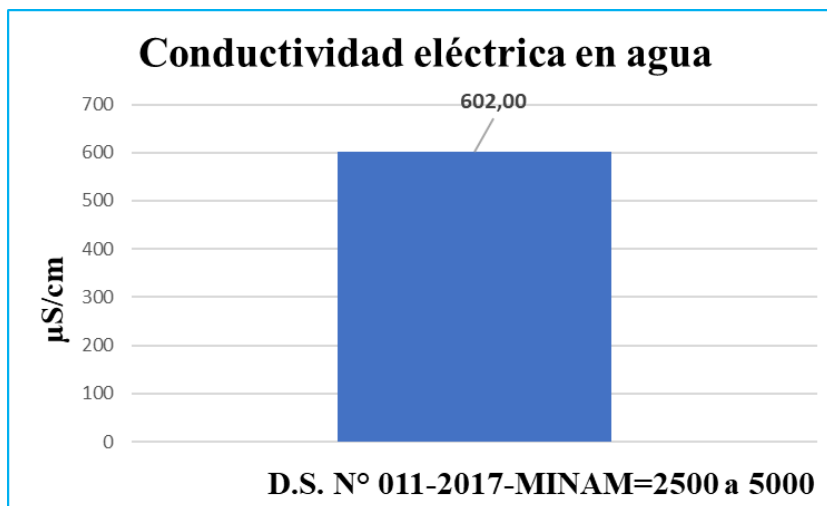
Fuente: Elaboración propia en el programa Excel

4.3.2 Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

La conductividad eléctrica en la estación de muestreo punto (2) fue 602,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en contraste con el ECA para agua D.S. 004-2017- MINAM, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser entre 2500 a 5000, encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 26

Conductividad eléctrica en muestra de agua en el punto (2)



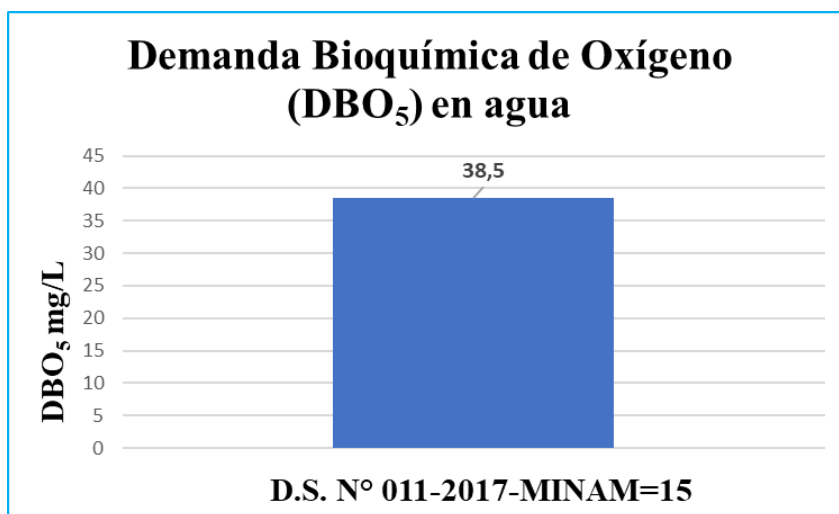
Fuente: Elaboración propia en el programa Excel

4.3.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en mg/L en la estación de muestreo punto (2) fue 38,5 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser 15 mg/L, encontrándose por encima del valor permitido

Figura 27

Concentración de DBO₅ en el punto (2)



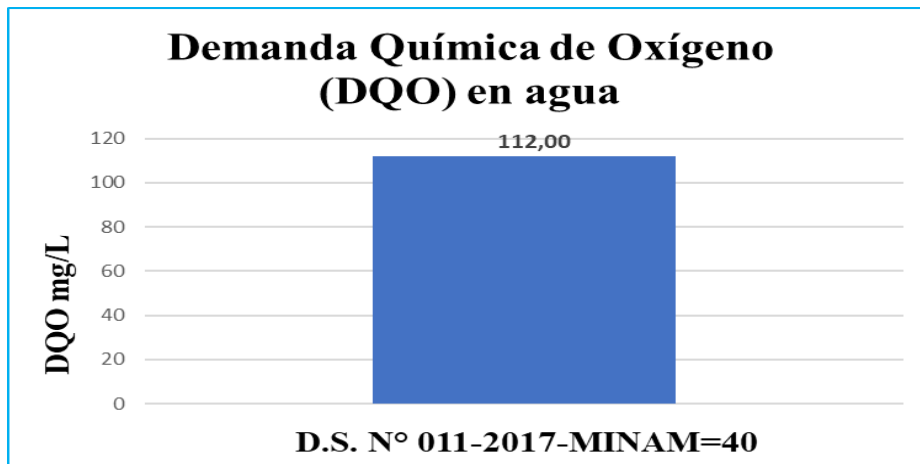
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.3.4 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) para la estación de muestreo punto (2) fue de 112 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, donde establece que debe ser 40 mg/L, encontrándose por encima del valor permitido.

Figura 28

Demanda química de oxígeno en el punto (2)



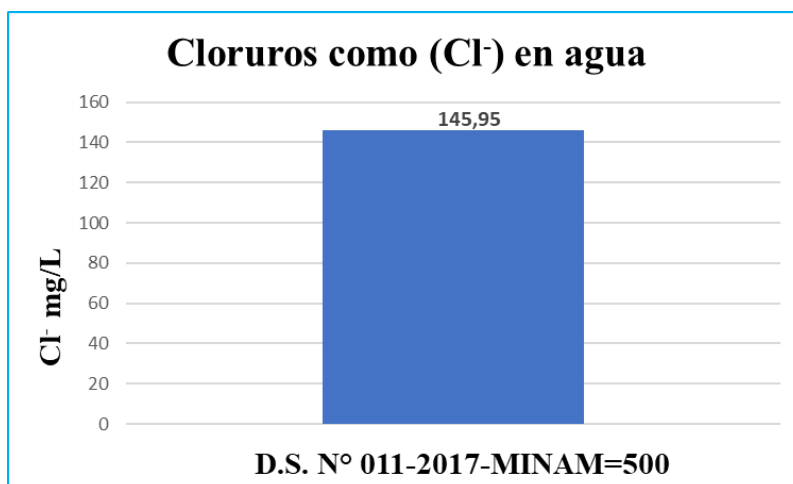
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.3.5 Cloruros como (Cl⁻)

Los cloruros como (Cl⁻) en la estación de muestreo del punto (2) fue 141,95 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser 500 mg/L, encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 29

Concentración de Cloruro en el punto (2)



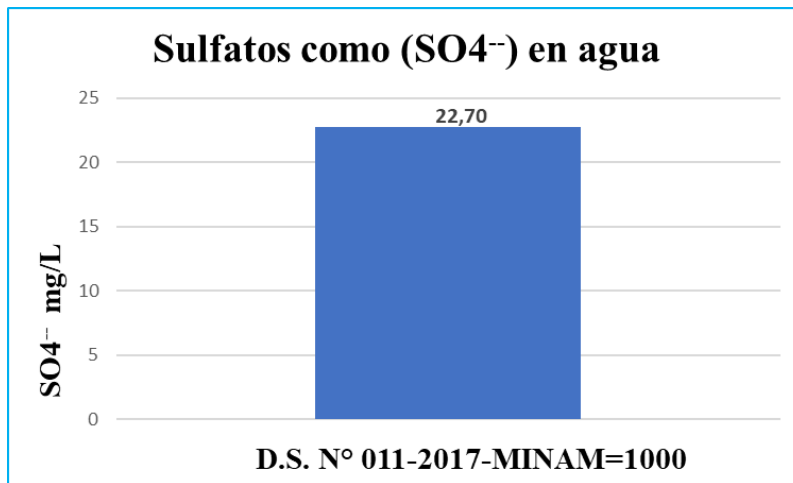
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.3.6 Sulfatos como (SO_4^{--})

Los sulfatos como (SO_4^{--}) en la estación de muestreo punto (2) fue 22,70 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser 1000 mg/L, encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 30

Concentración de Sulfatos en el punto (2)



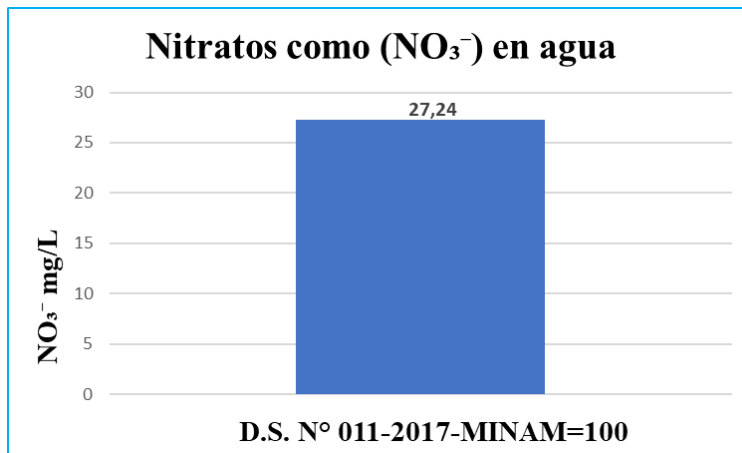
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.3.7 Nitratos como (NO_3^-)

Los nitratos como (NO_3^-) en la estación de muestreo punto (2) fue 27,24 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería entre 100 mg/L, encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 31

Concentración de Nitratos en el punto (2)



Fuente: Elaboración propia en programa Excel

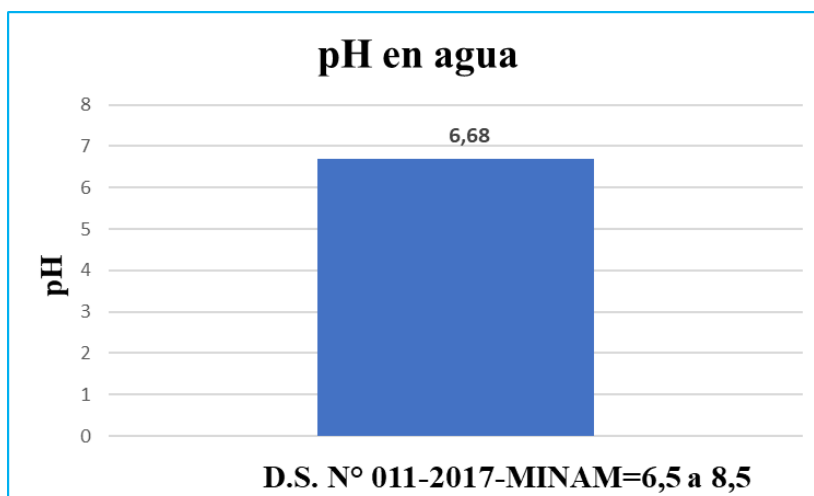
4.4 PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL PUNTO (3)

4.4.1 Concentración de potencial de Hidrogeno (pH)

El potencial de hidrógeno (pH) para la estación de muestreo del punto (3) fue 6,68, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser en 6,5 a 8,5, encontrándose dentro del valor permitido.

Figura 32

pH en agua en el punto (3)



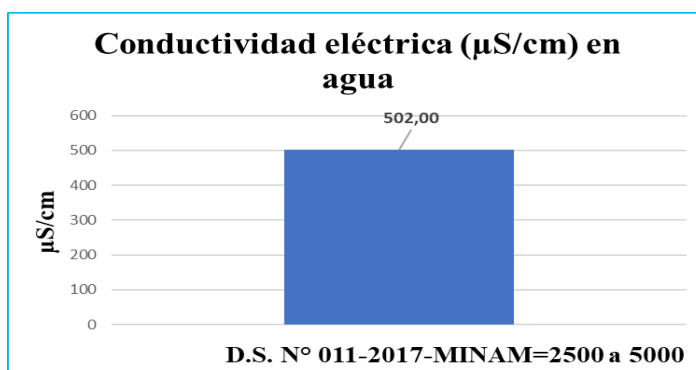
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.4.2 Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

La conductividad eléctrica en la estación de muestreo punto (3) fue de 502,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, encontrándose muy por debajo del valor permitido.

Figura 33

Conductividad eléctrica en el punto (3)



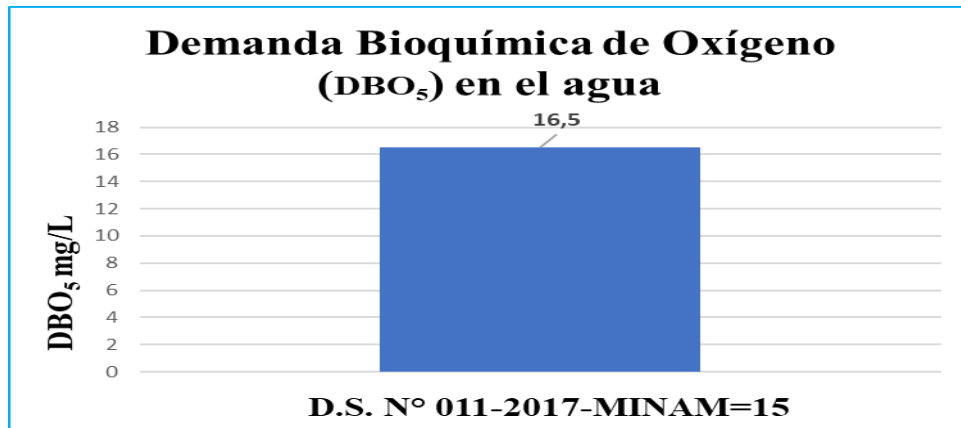
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.4.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

La demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) en la estación de muestreo punto (3) fue 16,5 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser 15 mg/L, encontrándose ligeramente por encima del valor permitido

Figura 34

Concentración de DBO5 del punto (3)



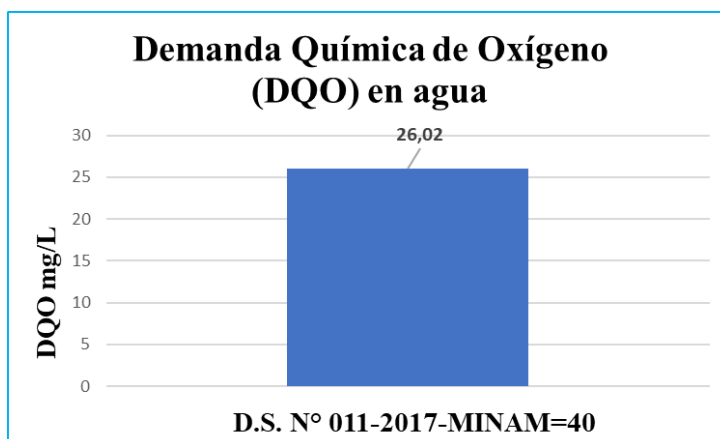
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.4.4 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en la estación de muestreo punto (3) fue de 26,2 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser 40 mg/L, encontrándose por debajo del valor permitido.

Figura 35

Concentración de DQO en el punto (3)



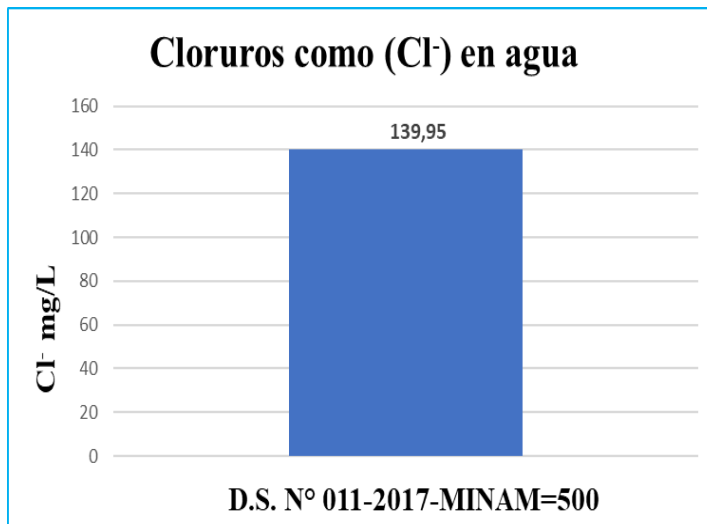
Fuente: Elaboración Propia en programa Excel

4.4.5 Cloruros como (Cl⁻)

Los cloruros como (Cl⁻) en mg/L para la estación de muestreo del punto (3) fue 139,95 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debe ser 500 mg/L, este se encuentra muy por debajo del valor permitido.

Figura 36

Concentración de Cloruro en el punto (3)



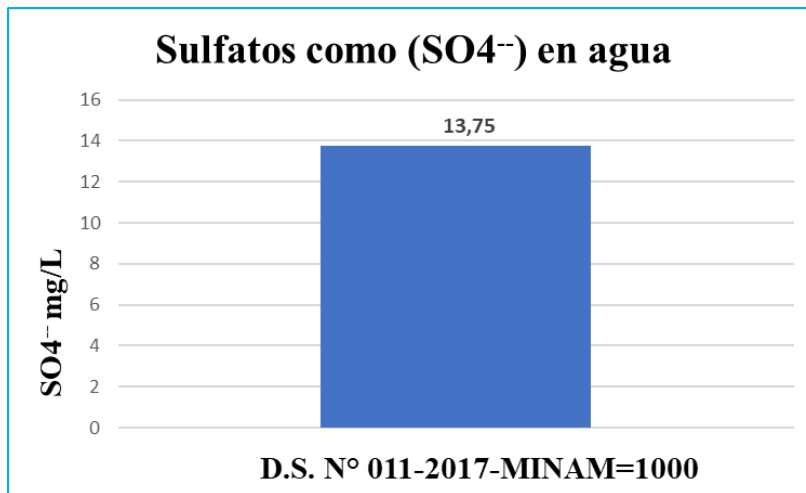
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.4.6 Sulfatos como (SO₄²⁻)

Los sulfatos como (SO₄²⁻) en mg/L para la estación de muestreo punto (3) fue 13,75 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser 1000 mg/L, este se encuentra muy por debajo del valor permitido.

Figura 37

Concentración de Sulfatos en punto (3)



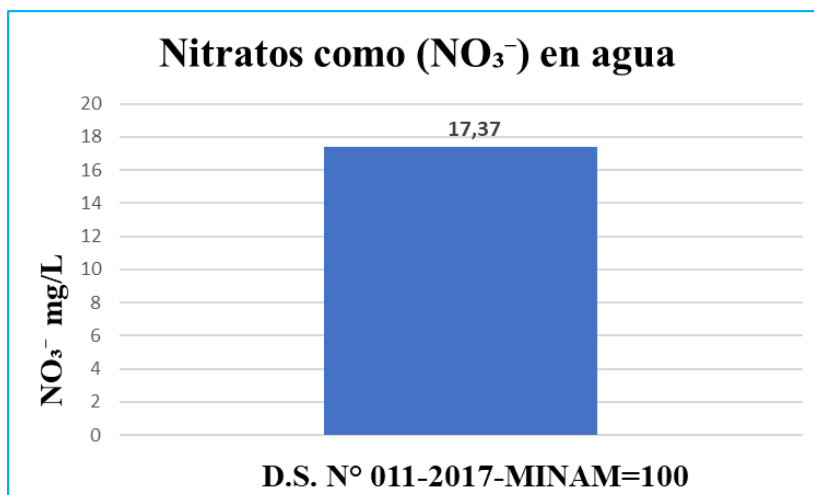
Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.4.7 Nitratos como (NO₃⁻)

Los nitratos como (NO₃⁻) en la estación de muestreo del punto (3) 17,37 mg/L, en contraste con el ECA para agua, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, en el que establece que debería ser 100 mg/L, este se encuentra muy por debajo del valor permitido.

Figura 38

Concentración de Nitratos en punto (3)



Fuente: Elaboración propia en programa Excel

4.4.8 Análisis físico-químico en agua

Los resultados que se muestran a continuación son obtenidos por los tesisistas, los estudios analíticos se desarrollaron en el laboratorio de control de calidad de FIQ – UNAP.

Tabla 20

Análisis fisicoquímico del agua

Análisis físico-químico del agua – río Ilave				
Parámetro	Fecha de muestreo	Punto (1)	Punto (2)	Punto (3)
Cloruros como Cl⁻ (mg/L)	02/01/2023	133,96	89,97	107,97
	03/01/2023	141,96	85,97	83,97
Alcalinidad como CaCO₃ (mg/L)	02/01/2023	171,06	16,98	58,88
	03/01/2023	229,12	61,11	51,86
Dureza total como CaCO₃ (mg/L)	02/01/2023	266,64	188,16	181,24
	03/01/2023	318,8	153,44	135,76
Calcio como Ca⁺⁺ (mg/L)	02/01/2023	50,59	40,54	45,85
	03/01/2023	44,19	37,82	35,05
Sulfato como SO₄²⁻ (mg/L)	02/01/2023	153,60	100,00	77,20
	03/01/2023	142,40	73,00	74,50

Fuente: Elaboración propia

La concentración de cloruros (Cl⁻) para los puntos punto (1), punto (2) y punto (3) se encuentran por debajo del rango normal de acuerdo con la tabla de valores de índice de calidad físico-química de agua potable donde, el valor es de 250mg/L según las normas del Ministerio de Salud. Para Alcalinidad como CaCO₃ los valores hallados en la exploración analítica de la muestra de los 3 puntos son inferiores a 250 mg/L, conforme a las directrices del Ministerio de Salud. Asimismo, la concentración de dureza total para los tres puntos de muestreo, se aprecia que estos están por encima del rango normal de acuerdo a la tabla del Ministerio de Salud, el valor normal permisible es de 120mg/L. Por último, los hallazgos encontrados para Sulfatos, en comparación con las

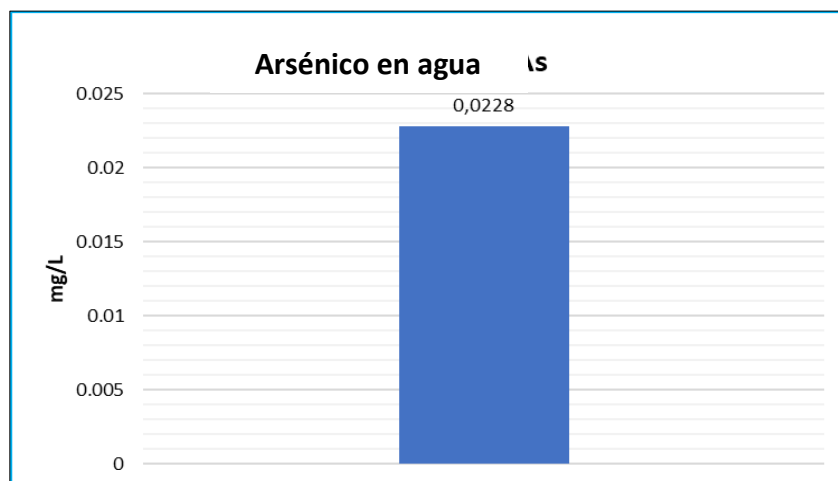
directrices del Ministerio de Salud (250 mg/L), se encuentran dentro de lo establecido para considerar apta para el uso de agua potable. Calcio como Ca^{++} , la concentración en los tres puntos de muestreo, están dentro LMP, categoría 3, donde fija que el valor es de 200 mg/L, destinado a irrigación de vegetales y bebida de animales.

4.4.9 Análisis químico en agua concentración de Arsénico (As)

- Comparando el contenido de Arsénico (As) de la estación de muestreo punto (1) con la Norma de Calidad Medioambiental del agua, ECA, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales cuyo valor es de 0,1mg/L, se encontró que era de 0,02281 mg/L, este se encuentra por debajo del valor permitido.

Figura 39

Concentración de Arsénico en comparación con ECA de Agua



Fuente: Elaboración propia con el programa Excel

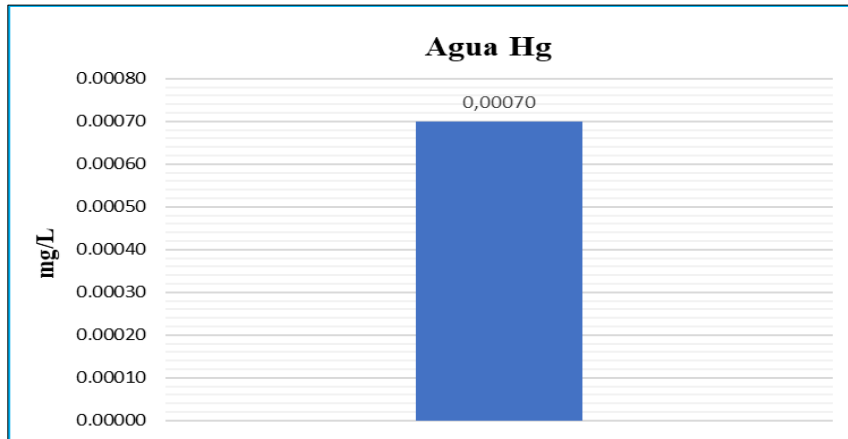
4.4.10 Concentración de Mercurio (Hg)

El valor de Mercurio (Hg) de la estación de muestreo punto (1) fue de 0,00070 mg/L, inferior a ECA para agua, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental que fue aprobado mediante D.S. 004-2017- MINAM, categoría 3 riego

de vegetales y bebida de animales cuyo valor es de 0,001mg/L, este se encuentra por debajo del valor permitido.

Figura 40

Concentración de Hg en agua en contraste con ECA de categoría 3



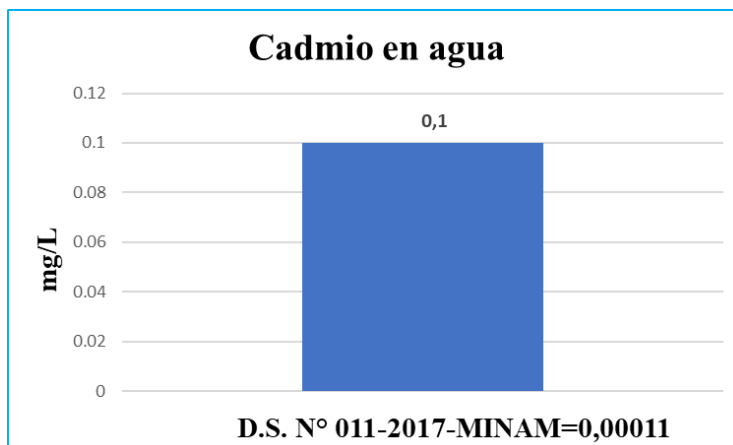
Fuente: Elaboración propia con el programa Excel

4.4.11 Concentración de Cadmio (Cd)

En comparación con la norma de calidad ambiental del agua D.S. 004-2017- MINAM, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales cuyo valor es de 0,01mg/L, el contenido de Cadmio (Cd) de la estación de muestreo punto (1) es de 0,00011 mg/L, el cual se encuentra inferior al valor permitido.

Figura 41

Concentración de Cd en comparación con ECA agua de la categoría 3



Fuente: Elaboración propia con el programa Excel

4.4.12 Concentración de Cobre (Cu)

La concentración de Cobre (Cu) en la estación de muestreo punto (1) fue inferior a 0,002 mg/L, inferior al límite permitido según la Norma de Calidad Ambiental para el agua D.S. 004-2017- MINAM, categoría 3 riego de vegetales y agua potable para animales, que tiene un valor de 0,2 mg/L.

Figura 42

Concentración de Cu con respecto a ECA de agua en categoría 3



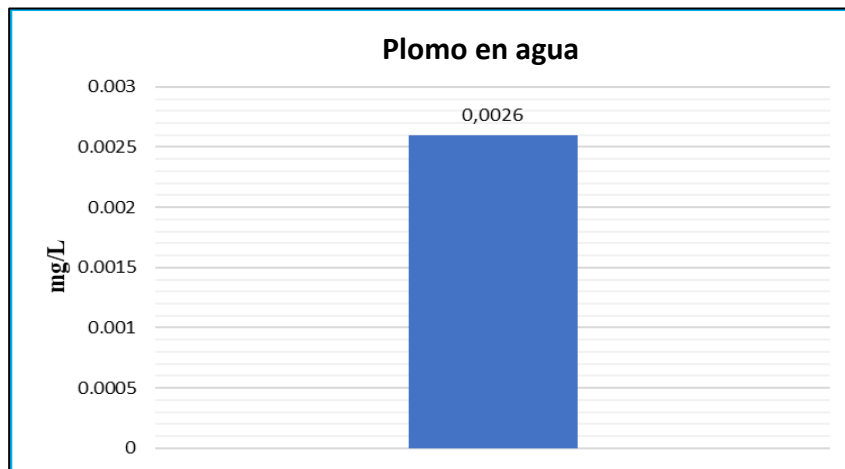
Fuente: Elaboración propia con el programa Excel

4.4.13 Concentración de Plomo (Pb)

En contraste con el ECA para agua D.S. 004-2017- MINAM, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales cuyo valor es de 0,05mg/L, la concentración de Plomo (Pb) para la estación de muestreo del punto (1) fue < 0,0026mg/L, este se encuentra por debajo del valor permitido.

Figura 43

Concentración de Pb en contraste con ECA agua en la categoría 3



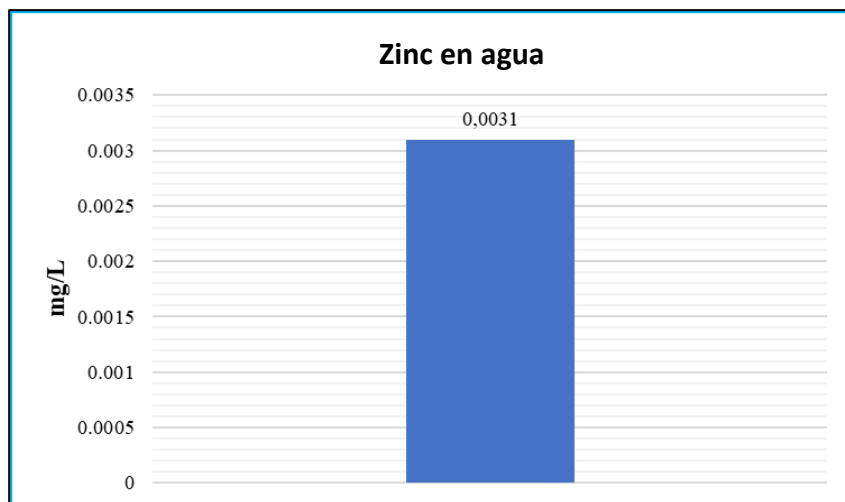
Fuente: Elaboración propia con el programa Excel

4.4.14 Concentración de Zinc (Zn)

En contraste con el ECA para agua D.S. 004-2017- MINAM, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales cuyo valor es de 2 mg/L, la concentración de Zinc (Zn) para la estación de muestreo del punto (1) fue $< 0,0031\text{mg/L}$, encontrándose por debajo del valor permitido.

Figura 44

Concentración de Zn en comparación con ECA agua en categoría D1, D2



Fuente: Elaboración propia con el programa Excel



4.4.15 Análisis microbiológico en agua

El análisis microbiológico en agua se desarrolló mediante el método del Número Mas Probable (NMP), esto nos permite detectar la presencia de bacterias en agua, el cual se determina el NMP de gérmenes contenidos en 100mL de muestra analizada, esto se realiza mediante la tabla del (ANEXO C), obtenido de (Miranda Zea, 2012)

En el punto (1) y punto (2), se obtuvieron los mismos resultados, al realizarse la siembra en los primeros tres tubos, se obtuvo positivo, en la segunda serie dio negativos, y en la tercera serie también se resultaron negativos, esto nos indica que el NMP de gérmenes contenidos en agua es 23 NMP/100mL, lo que nos indica la presencia de coliformes totales, fecales y los termo tolerantes

Para punto de muestreo punto (3), para la primera serie se obtuvo negativo, en la segunda serie negativos, asimismo, negativo en la tercera serie. El resultado obtenido de acuerdo a la tabla NMP, por lo tanto, no existe presencia de coliformes totales, coliformes fecales y coliformes termo tolerantes o se encuentran por debajo de los valores normales, por ello, su valor no es considerado en dicha tabla.

De acuerdo al análisis del Laboratorio de Ecología Acuática de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, para el punto de muestreo punto (1), se tienen los valores de $>11000\text{NMP}/100\text{mL}$ para coliformes totales (*E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*) y con $270.00\text{NMP}/100\text{mL}$ para coliformes termotolerantes (*E. coli* enterohemorrágica, entero invasiva, productora de verotoxina), haciendo una comparación con los estándares de Calidad Ambiental para agua estos se encuentran por encima de los límites permisibles para consumo

humano, respecto a la categoría 3 de riego de vegetales y bebida de animales los coliformes termotolerantes se encuentran por debajo de los LMP.

4.5 PARA EL SEGUNDO OBJETIVO: VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN

En la valoración e identificación del impacto ambiental se consideraron los principales factores y/o actividades que se ven afectados como son los recursos naturales, donde tiene al ambiente físico que comprende la superficie terrestre, agua suelo y aire, asimismo, se tiene al ambiente biológico el cual comprende a la flora y fauna, también se tiene al aspecto socioeconómico, donde abarca aspectos sociales y económicos, así como se muestra en la siguiente tabla 21.

Tabla 21

Identificación componentes ambientales

Identificación de componentes ambientales	
Ambiente físico	Ci
Topografía	C ₁
Aire	C ₂
Suelo	C ₃
Agua superficial	C ₄
Agua subterránea	C ₅
Ambiente biológico	
Flora terrestre	C ₆
Fauna terrestre	C ₇
Ambiente socioeconómico	
Social	
Paisaje	C ₈
Percepción de potenciales impactos ambientales negativos	C ₉
Percepción política	C ₁₀
Económico	
Empleo	C ₁₁
Dinamización del comercio local, transporte	C ₁₂

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se describen los factores que afectan al río Ilave, los cuales son vertidos a la laguna de oxidación y estos desembocan directamente al río, en esta tabla se especifican los factores respecto al ambiente físico, biológico y socioeconómico, donde

cada factor esta codificado de A1 hasta A14, que abarcan desde el vertimiento de aguas negras, acumulación de residuos sólidos, así como las distintas actividades que realiza la población.

Tabla 22

Identificación de impacto ambiental del río Ilave

Identificación de Factores de impacto ambiental hacia el rio Ilave	Ai
Ambiente físico	
Vertimiento de aguas residuales de EPS	A1
Vertimiento de aguas residuales domesticas	A2
Vertimiento de fertilizantes agrícolas	A3
Acumulación de residuos solidos	A4
Vertimiento de aguas residuales hospitalarias	A5
Acumulación de desmonte	A6
Ambiente biológico	
Migración de fauna silvestre	A7
Actividades agrícolas	A8
Migración de peces	A9
Ambiente socioeconómico	
Enfermedades digestivas	A10
Enfermedades de la piel	A11
Modificación de costumbres y estilos de vida	A12
Zona comercial	A13
Zona industrial	A14

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Excel

Tabla 23

Matriz de identificación de impactos ambientales

componentes ambientales		Factores de impacto ambiental													
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Ambiente físico	Suelos	C3	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Agua superficial	C4	X	X	X		X								
Ambiente biológico	Flora terrestre	C6	X							X	X		X		
	Fauna terrestre y acuática	C7	X	X	X	X	X		X	X	X				
Ambiente socioeconómico		C8	X	X	X	X	X			X					
	Social	C9	X	X	X	X	X			X					
		C10	X			X							X		
		C11								X			X	X	X
	Económico	C12								X			X	X	X

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Excel

En la tabla 23 se relacionan los componentes ambientales y los factores de impacto ambiental que se encuentran en la tabla 21 y 22, con la finalidad de realizar la matriz de causa-efecto y medir el nivel de impacto ambiental en cada componente como son el ambiente físico, biológico y socioeconómico.

Figura 45

Matriz de calificación y valoración de impactos ambientales

Matriz de Calificación y Valoración de Impactos Ambientales										
Componentes ambientales	Carácter	Intensidad	Extensión	Duración	Magnitud	Reversibilidad	Riesgo	Significancia del impacto		
								VIA	Calificación	
Suelo	C3	Suelo								
	A1	-	10	5	10	-8	8	10	8.55	Muy significativo
	A2	-	5	5	5	-5	5	5	5	Medianamente significativo
	A3	-	5	1	10	-4.4	8	10	6.73	Significativo
	A4	-	5	5	10	-6	8	5	6.19	Significativo
	A5	-	1	5	10	-4.4	8	8	6.3	Significativo
	A6	-	5	5	10	-6	5	8	6.19	Significativo
	A7	-	1	1	10	-2.8	1	1	1.51	No significativo
	A8	-	5	1	10	-4.4	1	5	2.93	Poco significativo
Agua	C4	Calidad de agua superficial								
	A1	-	10	5	10	-8	8	10	8.55	Muy significativo
	A2	-	10	5	10	-8	8	8	8	Significativo
	A3	-	1	5	10	-4.4	1	5	2.93	Poco significativo
	A5	-	5	1	10	-4.4	5	5	4.75	Medianamente significativo
Flora	C6	Flora terrestre								
	A1	-	1	5	10	-4.4	5	5	4.75	Medianamente significativo
	A8	-	1	1	10	-2.8	1	1	1.51	No significativo
	A9	-	5	1	10	-4.4	5	5	4.75	Medianamente significativo
	A12	-	1	1	10	-2.8	1	5	2.45	Poco significativo
Fauna	C7	Fauna terrestre y acuática								
	A1	-	10	5	10	-8	5	5	6.03	Significativo
	A2	-	5	1	10	-4.4	5	5	4.75	Medianamente significativo
	A3	-	5	1	10	-4.4	5	5	4.75	Medianamente significativo
	A4	-	5	1	10	-4.4	5	10	5.85	Medianamente significativo
	A5	-	1	1	10	-2.8	1	5	2.45	Poco significativo
Social	C8	Paisaje								
	A1	-	5	5	10	-6	5	5	5.38	Medianamente significativo
	A2	-	5	5	10	-6	8	5	6.19	Significativo
	A3	-	5	5	10	-6	5	5	5.38	Medianamente significativo
	A4	-	5	5	10	-6	5	5	5.38	Medianamente significativo
	A5	-	5	1	10	-4.4	5	1	2.93	Poco significativo
	A6	-	1	1	10	-2.8	1	1	1.51	No significativo
	A8	-	1	1	5	-1.8	1	1	1.27	No significativo
Social	C9	Percepción de potenciales impactos negativos								
	A1	-	10	5	10	-8	8	5	6.95	Significativo
	A2	-	5	5	10	-6	8	5	6.19	Significativo
	A3	-	1	5	10	-4.4	1	1	1.81	No significativo
	A4	-	5	5	10	-6	5	5	5.38	Medianamente significativo
	A5	-	5	5	10	-6	5	5	5.38	Medianamente significativo
	A6	-	5	1	10	-4.4	5	1	2.93	Poco significativo
	A8	-	1	1	10	-2.8	1	1	1.51	No significativo
Económico	C10	Percepción política								
	A1	-	5	5	10	-6	8	5	6.19	Significativo
	A4	-	5	5	10	-6	8	5	6.19	Significativo
	A12	-	5	5	10	-6	5	5	5.38	Medianamente significativo
Económico	C11	Empleo								
	A8	+	5	5	10	6	5	1	3.32	Poco significativo
	A12	+	5	5	5	5	8	10	7.09	Significativo
	A13	+	10	5	10	8	8	5	6.95	Significativo
	A14	+	5	5	10	6	8	5	6.19	Significativo
Económico	C12	Dinamización del comercio local								
	A8	+	5	5	10	6	8	5	6.19	Significativo
	A12	+	10	10	10	10	8	10	9.35	Muy significativo
	A13	+	5	5	10	6	8	5	6.19	Significativo
	A14	+	10	5	10	8	8	5	6.95	Significativo

Fuente: Elaboración propia



De acuerdo con los valores obtenidos en la matriz de calificación y valoración de impactos ambientales para cada uno de los componentes que se muestran en la tabla 22 son los siguientes:

a) **Componente suelo:**

- **Vertimiento de aguas residuales de EPS (A1)** tiene un carácter perjudicial, tiene una intensidad alta donde la contaminación al efluente es severa y tiene una extensión local que se encuentra afectando de 10% a 75% lo cual nos refiere que no ha avanzado a áreas más extensas, con una duración a largo plazo ya que la laguna de oxidación presenta más de 10 años, asimismo, presenta una magnitud alta que afecta al medio ambiente, siendo casi irreversible con el valor de 8, con alto riesgo medioambiental que afectó más del 50% de la zona, obteniéndose como resultado del valor de índice ambiental (VIA) 8,55 el cual es muy significativo la afectación al medio ambiente es severo.
- **Para A2 (vertimiento de aguas residuales domésticas)** el impacto es mediano donde se presenta alteraciones notables en el suelo, con una extensión local donde la alteración se encuentra dentro del punto de muestreo, su duración podría estar dentro de 5 a 10 años, lo cual podría ser parcialmente reversible a largo plazo, obteniendo un VIA medianamente significativo ya que algunas zonas no cuentan por desagüe
- **Respecto a A3, A4, A5 (vertimiento de fertilizantes, acumulación de residuos sólidos, aguas residuales hospitalarias, acumulación de desmonte)**, todos estos factores presentan una intensidad de baja a mediana donde la alteración es mínima en algunos puntos y en otros muestra notables cambios que pueden estar dentro de lo normal, pero el riesgo que puede presentar a futuro es alta con una probabilidad mayor al 50%, en donde esta alteración actualmente se encuentra en



parcialmente reversible pero a largo plazo dando como resultado un VIA significativo por el tiempo de exposición al contaminante durante todo este tiempo y si seguirá a futuro.

- Con un VIA no significativo en A7 (migración de la fauna silvestre), este componente no se ha visto aún, ya que el área aún les provee su alimentación
- Asimismo, en A8 (actividades agrícolas), presenta un VIA poco significativo, debido a que el impacto no se ha expandido a áreas de tierra de cultivos y los pobladores que emplean fertilizantes son pocos.

b) Calidad de agua superficial:

- **El vertimiento de aguas residuales EPS (A1)**, en la calidad del agua dio como resultado un VIA de 8,55 el cual es muy alto, debido a que el derramamiento es alta y la reversibilidad a su estado natural podría verse seriamente afectada si continúa la laguna de oxidación desembocando en el río sin previo tratamiento.
- **Para el vertimiento de aguas residuales domesticas (A2)**, el impacto ambiental es significativo debido a que algunos parámetros analizados se encuentran dentro de los límites permisibles, además, la población que se encuentra alrededor de la laguna de oxidación no cuenta con servicios básicos y la contaminación solo está afectando a orillas del río y no presenta una extensión mayor.
- **Vertimiento de fertilizantes agrícolas (A3)**, presenta un VIA de 2.93, el cual es bajo o poco significativo, debido a que a sus alrededores en su gran mayoría no presenta cultivos
- **Para el Vertimiento de aguas residuales hospitalarias (A5)**, respecto a la valoración realizada se determinó que presenta un impacto moderadamente significativo, esto se da por la casi escasa presencia de hospitales y centros de salud



c) Flora terrestre:

- Con respecto a la flora terrestre presenta un impacto ambiental moderado en los factores de A1 (vertimiento de aguas residuales) y A9 (migración de peces), debido a que el vertimiento de aguas negras ocasiona la proliferación de algas los cuales son consumidores de oxígeno y matando todo a su alrededor.
- con un impacto muy bajo o no significativo obteniendo un VIA de 1,51 para actividades agrícolas (A8), a causa de, que alrededor no hay dicha actividad es casi nula porque existen plantas de concreto y viviendas con familias dedicadas al negocio o crianza de animales, además, los resultados de análisis evidencian que se encuentran dentro de los límites permisibles para riego de acuerdo con los ECA establecidos según las normas
- En la modificación de costumbres y estilos de vida (A12), se obtuvo un resultado de 2.45 lo cual indica que el impacto es leve, casi no se ve afectado sus costumbres porque, aun realizan prácticas que vienen dadas de generación en generación, además, las personas que radican ahí en su gran mayoría pasan el tiempo fuera de casa.

d) Fauna terrestre y acuática:

- **El vertimiento de aguas residuales de EPS (A1)**, es el que más viene afectando debido al incremento de la población, por ello, presenta un resultado que oscila de 6 a 8 el cual viene siendo severo o alto, asimismo se puede evidenciar en el cambio de coloración del agua y los emanados de la laguna de oxidación que en algunas ocasiones no pueden ser tolerados por las personas que radican en la urbanización Huancuni.



- Con una valoración de impacto ambiental moderada o medio, donde los valores de VIA resultaron en un rango de 4 a 6 se tiene a los factores de A2, A3 y A4 (vertimiento de aguas residuales domésticas, fertilizantes agrícolas), porque, los resultados de algunos parámetros muestran fisicoquímicos y químicos se encuentran por encima de los valores permisibles, además, la población de Ilave no presenta actividades agrícolas cerca al río y no hay vertimiento ni desplazamiento de fertilizantes hacia el efluente.
- **Respecto a las aguas residuales hospitalarias (A5)**, presenta un impacto bajo con un VIA de 2 a 4, puesto que, solo existen 3 establecimientos de salud entre públicas y privadas y no son de alta complejidad.

e) **Ambiente socioeconómico:**

En este componente se tienen aspectos sociales y económicos y son:

- **En lo social se encuentran el Paisaje (C8) y (C9) percepción de potenciales impactos negativos:** en ambos componentes el factor A4 (acumulación de residuos sólidos) con un valor de 4 a 6 lo que refiere un nivel de contaminación de medio a moderado, porque solo botan su desmonte y residuos los residentes de Huancuni, ya que el resto de la población desechan sus residuos en el camión recolector. Respecto al paisaje el factor A1 y A 3, presentan un resultado de de significancia de medio a moderadamente contaminado, afectando la vista del paisaje, lo que hace un poco desagradable a la vista de la población, encontrándose parcialmente irreversible por los daños que se vienen ocasionando al medio ambiente, por el vertido de más de 10 años y que aún continúan sin ningún tipo de tratamiento. Por otro lado, los factores A6 y A8 presentan un impacto muy bajo u omisible por la cantidad de viviendas que existe en dicho lugar. Por último, el



factor que más está afectando al recurso hídrico son las familias de la urbanización.

- **A2 (vertimiento de aguas residuales domésticas)** de todo el distrito de Ilave, afectando su salud por la emanación de olores fétidos y en contrastación con los resultados obtenidos en los análisis de los diferentes parámetros algunos se encuentran dentro del rango establecido y otros superan los valores permisibles de acuerdo a los ECA
- Respecto a la percepción de impactos negativos los factores que afectan de manera significativa o severa al cauce son vertimiento de aguas residuales EPS y domésticas (A1, A2), se debe al incremento de la población y hogares ocasionando el colapso de la laguna de oxidación y afectando al cauce. No significativo o muy bajo resultaron los factores de vertimiento de fertilizantes y actividades agrícolas (A3, A8), porque la población no realiza dicha actividad debido al incremento del cauce del río en épocas de estiaje.

f) Económico

- En la percepción política la significancia del impacto fue moderado en modificación de estilos de vida y severos en los vertimientos, esto se debe a que las autoridades no ponen énfasis en dar soluciones respecto al problema.
- En el empleo y la dinamización comercial en ambos aspectos se tienen un VIA de alto o severo con un resultado que va de 6 a 8 se encuentran aspectos del A12, A13, A14 (modificación de estilos de vida, zona comercial e industrial), si se llegara a llevar un control adecuado los factores antes mencionados tendrán un impacto positivo, pero se ven afectados debido a los malos olores que se logra percibir desde distancias muy lejanas, con el incremento de las precipitaciones pluviales esto se hace más notable, esto hace que en dicho distrito no sea un buen

lugar para una zona comercial, además, podría ocasionar que personas consideradas como vulnerables se vean afectados en su salud y/o bienestar. Por ello es fundamental que las autoridades prioricen la construcción de una planta de tratamiento, siendo beneficioso no solo para el distrito sino para todos los habitantes del Collao, asimismo, generaría puestos de trabajo para la población si dicho proyecto se lograría a concretar y la salud del distrito mejoraría sobre todo en los niños que padecen infecciones estomacales e EDA.

4.6 PARA EL TERCER OBJETIVO: PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.6.1 Primera alternativa (implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR))

Ya conociendo la problemática que se tiene, se plantea como una de las estrategias de mitigación ambiental, la construcción de un PTAR es una de las alternativas que se utiliza para poder depurar las aguas contaminadas y posteriormente el agua tratada es vertido al efluente (río) para su uso en ganadería y agricultura, antes de ser vertido se hace un control estricto de parámetros fisicoquímicos o conocido también límite máximo permisible (LMP), para ello se basa en D.S. N° 003-2010-MINAM.

Implementar un PTAR se refiere a la creación de la infraestructura requerida para ofrecer servicios de depuración de aguas servidas en un lugar específico. Esta opción puede ser novedoso o coadyuvante; es decir, la construcción de una PTAR puede proceder de lugares donde el tratamiento es inexistente o donde el coste y el calibre de las aguas residuales exigen la creación de uno complementario. Estos proyectos suelen implantarse en lugares distintos



del sistema de depuración convencional. Motivo por el cual se opta por esta alternativa es su costo de mantenimiento y operación, así se ha demostrado a lo largo de las diferentes experiencias.

4.6.2 Pre diseño de PTAR

a) Datos de Diseño

Población 2017	(i%)	AR Percapite (L/s)
63878	3,5	10

Número Aletas planas = 6

C = 65 mg/L

Tm = 15 °C

Índice de crecimiento poblacional = $i = 3,5\%$, dato que fue extraído del INEI

Población en el año 2017, año del último CENSO nacional = 63878

b) Procedimiento:

Mediante el método aritmético realizamos la proyección poblacional para 20 años.

$$Pt = Po (1 + i)^{20} \quad (9)$$

$$Pt = 21838 (1 + 0,035)^{20}$$

$$Pt = 43453$$

Determinación de caudal promedio de agua residual, dato obtenido en sito.

$$Qmd = 10L/s \quad (10)$$



El caudal de diseño para PTAR, se obtiene en función al caudal Qmd.

$$Qp = Qmd * \left[1,2 + \frac{2,6}{Qmd^{0,25}} \right] \quad (11)$$

$$Qp = 10 * \left[1,2 + \frac{2,6}{10^{0,25}} \right]$$

$$Qp = 26 \text{ L/s}$$

Antes de determinar las dimensiones del mezclador rápido, primero optimizaremos la mezcla rápida para floculante de alumbre.

Asumiendo $C = 65 \text{ mg/L}$

$$GT_o = (59,10^6)/(C^{1,46}) \quad (12)$$

$$GT_o = (59,10^6)/(65^{1,46})$$

$$GT_o = 13305$$

Tomamos valores de la tabla 3,7 (para tiempo de contacto y gradiente de velocidad para mezcla rápida), según manual de diseño para PTAR – AWWA.

$$G = 1000\text{s}^{-1}$$

$$T_o = 20 \text{ s}$$

Donde:

$$Qp = Q$$

$$Q = Qp = 26 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s} \quad (13)$$

Por lo tanto, el volumen (V) es:

$$V = 0,026 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 20\text{s} = 0,52\text{m}^3 \quad (14)$$

Para una cámara cilíndrica las dimensiones son:



$$H = D$$

A partir del volumen se tiene:

$$\frac{\pi D^3}{4} = 0,52m^3 \quad (15)$$

$$D = 0,87m$$

Hallamos el diámetro de la turbina:

$$d = \frac{D}{3} \quad (16)$$

$$d = \frac{0,87m}{3} = 0,29m$$

Ancho de la polea impulsor:

$$W = d/5 \quad (17)$$

$$W = 0,29/5$$

$$W = 0,058m$$

Altura del impulsor sobre el fonde:

$$h = d = 0,29m$$

Longitud de la paleta impulsor:

$$r = d/4 \quad (18)$$

$$r = 0,29/4$$

$$r = 0,072m$$

El ancho de las pantallas:

$$e = D/10 \quad (19)$$

$$e = 0,87/10$$

$$e = 0,087m$$



Diámetro del disco central:

$$S = D/4 \quad (20)$$

$$S = 0,87/4$$

$$S = 0,217\text{m}$$

A continuación, se presenta tabla de resumen:

D:	0,87m
H:	0,87m
d:	0,29m
W:	0,058m
h:	0,29m
r:	0,072m
e:	0,087m
S:	0,217m
N° paletal	6

4.6.3 Diseño de PTAR

Datos:

El vertedero triangular 90° + Canal Parshall

Se considera Cp de las Aguas Residuales

Se asume velocidad de flujo: 0,6 m/s

Tiempo de retención: 50s

Capa Superficial = 45 m/h

Población, i% = 3,5

Caudal Promedio: 10 L/s



Caudal de diseño: $Q_p = 26 \text{ L/s}$

El diseño se realizará para los siguientes elementos:

- Canal de Alimentación
- Rejillas Finas
- Desarenador
- Trampa de Grasas
- Pozo de Gresos
- Vertedera (rectangular)
- Canal Parshall
- Sedimentador Primario (rectangular)

4.6.4 Diseño de canal de alimentación

Datos:

$$Q = Q_p = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Velocidad de Flujo} = v = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Hallamos área:

$$Q = A * v \quad (21)$$

$$A = \frac{Q}{v} \quad (22)$$

$$A = \frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s}}{0,6 \text{ m/s}}$$

$$A = 0,043 \text{ m}^2$$

Sabiendo que $A > A_o$



El canal tiene una sección transversal cuadrada, por lo tanto, las dimensiones son:

$$A = \sqrt{0,043m^2}$$

$$A = 0,207m$$

$$H = \text{altura útil} = 0.207m \text{ (altura mojada)}$$

$$Ad = \text{altura de la estructura} = H * 0,207m = 0,269m$$

Cálculo de la pendiente del canal:

Según Manning:

$$V = \frac{(Rh)^{2/3}}{n} * S^{0,5} \quad (22)$$

$$S^{0,5} = \frac{v * n}{(Rh)^{2/3}} \quad (23)$$

$$Rh = \frac{\text{Area mojada}}{2H + \text{ancho}}$$

$$Rh = \frac{0,043m^2}{2 * 0,207m + 0,207m}$$

$$Rh = 0,069m$$

Remplazando en:

$$S^{0,5} = \frac{v * n}{(Rh)^{2/3}}$$

$$S^{0,5} = \frac{0,6m * 0,014}{(0,069)^{2/3}}$$

$$S^{0,5} = 0,045$$

$$S = 0,0020$$

$$S = 0,20\%$$



Se diseña un canal con una pendiente de 0,20%

4.6.5 Diseño de rejillas finas desbaste cribado

Datos:

$$Q = Qp = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 0,6 \text{ m/s}$$

$$C = 3\% = 0,03$$

Dimensión de Canal 0,207m *0,207m

Borde libre 30%

Ancho de barrote = 0,6 cm=0,006m = 6mm (e)

Separación barrote = 1,2 cm =0,012m= 12 mm (2)

Procedimiento:

Calculamos velocidad de paso:

$$v_p = v * \frac{(L+e)}{L} * \frac{1}{1+C} \quad (24)$$

$$v_p = 0,6 * \frac{(0,012 + 0,006)}{0,012} * \frac{1}{1 + 0,03}$$

$$v_p = 0,9 \text{ m/s}$$

Sección útil en la zona de rejilla:

$$A = \frac{Q}{v_p} * \frac{(L+e)}{L} * \frac{1}{C} \quad (25)$$

$$A = \frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s}}{0,9 \text{ m/s}} * \frac{(0,012 + 0,006)}{0,012} * \frac{1}{0,03}$$

$$A = 1,44 \text{ m}^2$$



Profundidad de las alturas de las rejillas:

$$P = \frac{Q*(e+L)}{(L-C)*v_p*L*W} \quad (26)$$

$$P = \frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s} * (0,006\text{m} + 0,012\text{m})}{(1 - 0,03) * 0,9\text{m}/\text{s} * 0,012 * 0,207\text{m}}$$

$$P = 0,215\text{m}$$

Profundidad de diseño:

$$P_d = P * (1,3)\text{m}P_d$$

$$P_d = 0,28\text{m} = < 0,3 >$$

Número de barrilas:

$$N = \frac{W-L}{e+L} \quad (27)$$

$$N = \frac{0,207\text{m} - 0,012\text{m}}{0,006\text{m} + 0,012\text{m}}$$

$$N = 10,83 = < 11 >$$

4.6.6 Diseño de desarenador

Datos:

$$Q = Q_p = 10 \frac{L}{s} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 0,6\text{m}/\text{s}$$

$$C = 3\% = 0,03$$

Carga superficial: $C_s = 45 \text{ m}/\text{h} = 0,0125 \text{ m}/\text{s}$

Procedimiento:

Hallar el área superficial del canal desarenador:

$$Q = A_s * V \quad (28)$$



$$As = Q/V$$

$$As = 0,026 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} / (0,0125 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

$$As = 2,08 \text{m}^2$$

Profundidad de canal desarenador:

$$P = 1,5 \text{m}$$

Volumen de cada canal desarenador:

$$V = As * P \quad (29)$$

$$V = 2,08 \text{m}^2 * 1,5 \text{m}$$

$$V = 3,12 \text{m}^3$$

Tiempo de retención hidráulica:

$$Q = \frac{V}{Trh} \quad (30)$$

$$Trh = \frac{V}{Q}$$

$$Trh = \frac{3,12 \text{m}^3}{0,026 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

$$Trh = 120 \text{s}$$

Área transversal del canal desarenador (At), considerando una velocidad horizontal de $V=0.3 \text{ m/s}$.

$$Q = At * V$$

$$At = \frac{Q}{V} \quad (31)$$

$$At = \frac{0,026 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,3 \text{ m/s}}$$

$$At = 0,086 \text{ m}^2$$



Ancho del canal desarenado:

$$W = \frac{0,086 \text{ m}^2}{1,5\text{m}} \quad (32)$$

$$W = 0,057 = < 0,06\text{m} >$$

Longitud del canal desarenador:

$$L = \frac{As}{W} \quad (33)$$

$$L = \frac{2,08\text{m}^2}{0,06\text{m}}$$

$$L = 34,66\text{m}$$

Cabe mencionar que, la longitud del canal desarenador, equivale 10 a 30 veces de la profundidad.

Diseño de trampa de grasas.

Datos:

$$Q = Qp = 10 \frac{L}{s} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

T = tiempo de retención para tal diseño recomendable es de 15 a 30 minuto, se toma el valor de 15min = 900s

Procedimientos:

Relación del reactor:

$$\frac{\text{Largo } (L)}{\text{Ancho } (w)} = \frac{2}{1}$$

$$L = 2W$$

Volúmen (V)



$$V = Q * T \quad (34)$$

$$V = 10 \frac{L}{s} * 900s$$

$$V = 9000L = 9m^3$$

$$V < 9m^3 >$$

Altura del agua residual (A.R), (H) Según Normas de diseño

$$H = 1m$$

Volumen y área Superficial

$$V = A.H \quad (35)$$

Despejando la fórmula 35 se tiene:

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{9m^3}{1m}$$

$$A = 9m^2$$

Relación:

$$\frac{Largo (L)}{Ancho (w)} = \frac{2}{1}$$

$$L = 2W$$

$$A = L * W \quad (36)$$

$$A = 2W^2$$

$$\frac{9}{2} = W^2$$

$$W = \sqrt{\frac{9}{2}}$$



$$W = 2,121$$

Por lo tanto:

$$H1 = 1m$$

$$W = 2,121m$$

$$L = 2W = 4,24m$$

Diámetro de tuberías sanitarias = $\theta = 4$ pulg

Altura de diseño del reactor:

$$Ho = H * 1,30 \quad (37)$$

$$Ho = 1m * 1,3$$

$$Ho = 1,3m$$

4.6.7 Diseño de pozos para retención de gruesos:

Datos:

$$Q = Qp = 10 \frac{L}{s} = 0,026 \text{ m}^3/s$$

$$v = 0,6m/s$$

Carga superficial: $Cs = 45 \text{ m/h} = 0,0125 \text{ m/s}$

Tiempo de retención = 900s

Procedimientos:

Cálculo de volumen de paso:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (38)$$

$$V = Q * t$$

$$V = 0,026 \text{ m}^3/s * 900s$$



$$V = 23,4m^3$$

Hallando área superficial del pozo:

$$As = \frac{Q}{v} \quad (39)$$

$$As = \frac{0,026 \frac{m^3}{s} * 3600 \frac{s}{h}}{45 \frac{m}{h}} = 2,08m^2$$

Hallando la profundidad del pozo:

$$h = \frac{V}{As} \quad (40)$$

$$h = \frac{23,4m^3}{2,08m^2}$$

$$h = 11m$$

4.6.8 Diseño de un vertedero rectangular sin contracciones:

Datos:

$$Q = Qp = 10 \frac{L}{s} = 0,026 m^3/s$$

Temperatura = 15 °C

$$\mu = 1,40 * 10^{-3} \frac{N*s}{m^2} \quad (41)$$

Cálculo del ancho del canal:

Para tal diseño consideramos la (tabla 1,7 sección de vertederos rectangulares), asimismo, tomamos el intervalo de (20-200, donde (0,30-1) son valores anchos del vertedero

Por lo tanto, interpolando se tiene $L = 0,52m$, para $Q=Qp=10 L/s=0.026 m^3/s$.



Cálculo de la altura del vertedero al fondo del canal, podemos usar la tabla

1.7. usaremos un valor experimental $Q = 350 \text{ L/s}$ es $1,5\text{m}$.

La altura del vertedero al fondo del canal es $0,74\text{m} = p$

Hallando el caudal por unidad de ancho.

$$q = \frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s}}{0,52\text{m}}$$

$$q = 0,05 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

La profundidad critica será.

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(0,05 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \quad (42)$$

$$h_c = 0,06\text{m}$$

La profundidad super critica será:

$$h_i = \frac{\sqrt{2h_c}}{1,06 + \sqrt{\frac{p}{h_c} + 1,5}} \quad (43)$$

$$h_i = \frac{\sqrt{2 * 0,06\text{m}}}{1,06 + \sqrt{\frac{0,74\text{m}}{0,06\text{m}} + 1,5}} = 0,072\text{m}$$

La velocidad super critica:

$$v_i = \frac{q}{h_i} \quad (43)$$

$$v_i = \frac{0,05 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}{0,072\text{m}} = 0,69 \frac{\text{m}}{\text{s}} = < 0,7 \frac{\text{m}}{\text{s}} >$$

Numero de fraude será;



$$Fi = \frac{0,7 \frac{m}{s}}{\sqrt{9,81 \frac{m}{s^2} * 0,072m}} = 0,99 = < 1 > \quad (44)$$

La profundidad subcrítica:

$$h2 = \frac{hi}{2} (\sqrt{1 + 8 * Fi^2} - 1) \quad (45)$$

$$h2 = \frac{0,072m}{2} (\sqrt{1 + 8 * 1^2} - 1) = 0,072m$$

la velocidad subcrítica es:

$$v2 = \frac{q}{h2} \quad (46)$$

$$v2 = \frac{0,05 \frac{m^2}{s}}{0,072m} = 0,69 \frac{m}{s} = < 0,7 \frac{m}{s} >$$

Hallamos la pérdida de energía (Belager):

$$hp = \frac{(0,055 - 0,070)^3}{4 * hi * h2} \quad (47)$$

$$hp = \frac{(0,055m - 0,07m)^3}{4 * 0,055m * 0,07m} = 0,002m$$

4.6.9 Diseño de canal Parshall:

Datos:

$$Q = Qp = 10 \frac{L}{s} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sumergencia mínima (suponiendo) $Hb/Ha = 0.60$

En función al Hb/Ha hallamos ancho de garganta (W), tabla 1,10

$$\mu = 1,40 * 10^{-3} \frac{N*s}{m^2} \quad (48)$$

Xima sumergencia según ancho de garganta: $W = 30,5 = 1 \text{ ft}$

Usando la tabla 1,11, calculamos los valores de exponente (n) y del coeficiente K.



$$n = 1,522$$

$$K = 0,690$$

Procedimientos:

Calculamos la profundidad del agua:

$$Q = K * Ha^n \quad (49)$$

$$Ha^{1,522} = \frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s}}{0,690} \quad (50)$$

$$Ha = 0,12\text{cm} = 12\text{cm}$$

Como $Hb/Ha = 0,60$ -sumergencia máxima (60%) /Hb

$$\frac{Hb}{Ha} = 0,60 \quad (50)$$

$$Hb = 0,60 * 12\text{cm}$$

$$Hb = 7,2\text{cm}$$

Para una sumergencia de 60% e nivel de agua, en el piezómetro de la garganta es de Hb, igual al nivel del caudal aguas abajo

$$H = 0,4\text{m} = 40\text{cm}$$

$$X = \frac{Ha}{60\%} \quad (51)$$

$$X = \frac{12\text{cm}}{0,60} = 20\text{cm}$$

Elevación de la cresta por encima del fondo de canal es.

$$H = X + Hb \quad (52)$$

$$H = 20\text{cm} + 7,2\text{cm} = 27,2\text{cm} = < 27\text{cm} >$$

Corregido:

$$X = 27\text{cm} - 7,2\text{cm} = 19,8\text{cm}$$

De la figura 1,13, pérdidas de carga en canaletas Parshall, para $W = 3,5$ cm, con un caudal $Q = 10 \text{ L/s}$, se obtiene la pérdida de energía.

$$h = 11\text{cm}$$

la profundidad agua arriba sobre el fondo del canal será:

$$H + h = 27\text{cm} + 1,1\text{cm} = 28,1\text{cm}$$

4.6.10 Condiciones de entrada de canaletas Parshall:

Ancho de la canaleta en la sección medida:

Según la tabla 1.8, dimensiones de la canaleta Parshall para $W = 30,5\text{ cm}$

y $D = 84,5\text{cm}$.

$$D' = \frac{2}{3}(D - W) + W \quad (53)$$

$$D' = \frac{2}{3}(84,5\text{cm} - 30,5\text{ cm}) + 30,5\text{ cm} = 0,665\text{m}$$

Velocidad de la sección D:

$$v = \frac{0,026 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,665\text{m} * 0,661\text{m}} = 0,06 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Energía específica:

$$E = \left(\frac{v_o^2}{2 * g} \right) + H_o + N \quad (54)$$

De la tabla 1.8 dimensiones de la cámara parshall:

$$N = 22,9\text{cm} = 0,229\text{m}$$

$$E = \left(\frac{0,06 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}{2 * 9,81} \right) + 0,661\text{m} + 0,229\text{m}$$

$$E = 0,89 = 0,90$$

Condiciones de garganta:

Velocidad antes del resalto:

$$v_1^3 - 2 * 9,81 * v_1 * 0,90 = - \frac{(2 * 0,026 * 9,8)}{0,305\text{m}} \quad (55)$$



$$v_1^3 - 17 * v_1 = -1,67$$

El valor de:

$$v_1 = 0,098 \frac{m}{s}$$

Altura antes del resalto hidráulico:

$$H_1 = \frac{Q}{v_1 * W} = H_1 = E_0 - \frac{v_1^2}{2 * g} \quad (56)$$

$$H_1 = \frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s}}{0,098 \frac{m}{s} * 0,305m}$$

$$H_1 = 0,86m$$

Numero de fraude:

$$N_f = \frac{v_1}{(H_1 * g)^{0.5}} \quad (57)$$

$$N_f = \frac{0,098 \frac{m}{s}}{(0,86m * 9,81)^{0.5}} = 0,033$$

4.6.11 Diseño de sedimentador primario:

Datos:

$$Q = Qp = 10 \frac{L}{s} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s} \quad (58)$$

$$Qp = 10 \frac{L}{s} * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{86400s}{1d} = 864 \frac{m^3}{d}$$

$$\text{Carga superficial: } Cs = 45 \text{ m/h} * 24\text{h}/1d = 1080\text{m}/d = 0,0125 \text{ m/s} \quad (59)$$

Sedimentador rectangular:

Procedimiento:

Área superficial del reactor:



$$As = \frac{Q}{Cs} \quad (60)$$

$$As = \frac{864 \frac{m^3}{d}}{1080m/d}$$

$$As = 0,8m^2$$

Relación:

$$\frac{LargoL}{Ancho(W)} = \frac{4}{1}$$

$$4(W^2) = \frac{As}{\sqrt{\frac{As}{4}}} \quad (61)$$

$$W^2 = \frac{0,8m^2}{\sqrt{\frac{0,8m^2}{4} * 4}}$$

$$W^2 = 1,78 = W = 1,33m = < 1,5m >$$

Ancho:

$$L = 4W$$

$$L = 4 * 1,5m = 6m$$

Cálculo del volumen del reactor: Proponiendo una profundidad de 4m

$$V-P=4m$$

$$V = 1,5m * 6m * 4m = 36m^3$$

Nueva carga superficial:

$$A = L * Ancho = 1,5m * 6m = 9m^2$$

$$Cs = \frac{Q}{A} \quad (62)$$

$$Cs = \frac{864 \frac{m^3}{d}}{9m^2} = 96m/d$$

Cálculo del tiempo de retención:

$$Tr = \frac{V}{Q} = \frac{36m^3}{864 \frac{m^3}{d}} = 0,041d = 0,984h \quad (63)$$

A continuación, se presenta un resumen general; se tomó como material de referencia el libro de “Efluentes Y Tratamiento De Aguas Residuales” del ingeniero Miranda , (2014), docente de la facultad de Ingeniería Química, de La Universidad Nacional Del Altiplano – Puno. Inicialmente se realizó una proyección poblacional, los datos para tal determinación fueron obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (índice de crecimiento poblacional = 3,4% y se tiene una población de 21838 habitante hasta el último censo – 2017), dando una proyección 43453 habitantes en 20 años. El caudal promedio se determinó en sitio (10L/s), se tiene un caudal de diseño (26 L/s = 0,026 m³/s), el presente diseño de PTAR cuenta con los siguientes elementos: Canal de Alimentación → Rejillas Finas → Desarenador → Trampa de Grasas → Pozo de Gruesos → Vertedera (rectangular) → Canal Parshall → Sedimentador Primario, la planta está diseñado para tratar un caudal promedio de 10 L/s, para el pretratamiento se cuenta con rejillas finas, el cual se encarga de clasificar contaminantes gruesos, luego se tiene desarenador, el cual permite los sólidos gruesos de manera rápida, seguidamente se cuenta con una trampa de grasa, el cual se encarga de separar la grasa del agua residual, cabe señalar que la presencia de grasas es uno de los factores que dificulta o interfiere en el proceso de



tratamiento agua residual, también se cuenta con pozo de gruesos, el cual permite almacenar de manera temporal los contaminantes gruesos, así mismo se cuenta con un vertedor rectangular el cual permite controlar el flujo de agua residual que ingre al PTAR, asegurando que la planta opere de manera eficiente y segura , ya casi por último se cuenta con en el diseño de canal Parshall, el cual tiene una función muy importante que es medir el caudal que ingresa al PTAR, este canal en su forma trapezoidal característica, se basa en un principio efectiva, la relación entre la altura del canal y la velocidad de flujo es constante, eso permite que la medición del flujo sea preciso y confiable.

4.6.12 Segunda alternativa

Utilizar la lenteja de agua de *Lemna Minor* como efecto fitorremediador para disminuir parámetros Físico-químicos y microbiológicos, para llevar a cabo esta propuesta se tendrá en cuenta lo siguiente:

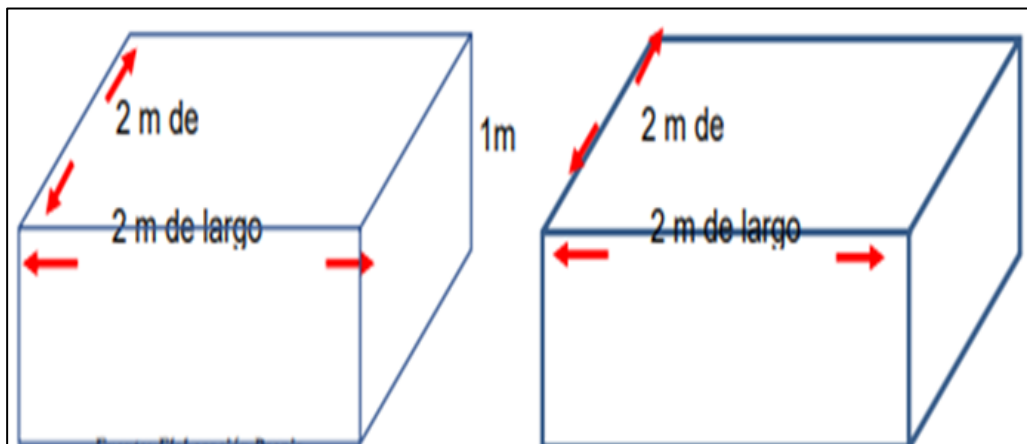
- Análisis de tipo de suelo
- Diseño y construcción de lagunas piloto
- Ubicación de la laguna piloto

a) Características de la construcción de las lagunas piloto

En la figura N° 39 se muestra posibles medidas para la construcción de las lagunas piloto, las cuales presentan 2 m de largo y 2 m de ancho, con una profundidad de 2m, con una separación de 1m, esto se da para que exista una conexión mediante una tubería.

Figura 46

Dimensiones de las lagunas piloto

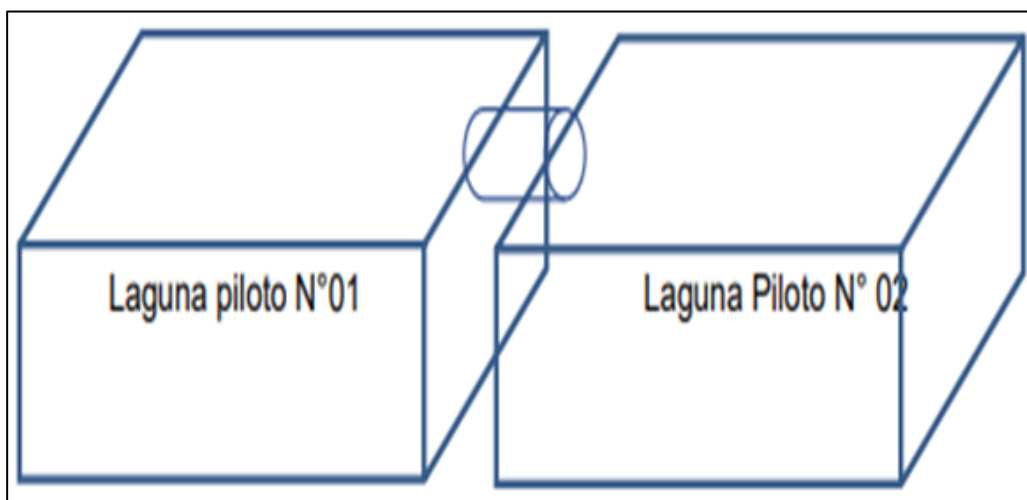


Fuente: Villaseca, 2021

Como se muestra en la figura 40, ambas lagunas piloto se conectarán entre si mediante una tubería de PVC de 2 pulgadas, esta tubería tendrá una pendiente, por donde se dará paso al agua de la laguna piloto 1 hacia la laguna piloto 2, para dar condiciones óptimas o adecuadas para el crecimiento de la lenteja *Lemna Minor*.

Figura 47

Diseño de lagunas piloto



Fuente: Villaseca, 2021

Después de realizar la construcción y las conexiones, se procede a cubrir cada laguna piloto con geomembrana, esto se realiza con la finalidad de proteger el suelo y evitar la infiltración y/o rebalse del agua residual. Seguidamente, se procede a llenar la planta piloto con agua residual extraída de la laguna de oxidación, para finalmente introducir las lentejas de agua y vigilar el proceso.

Según (Villaseca Argomedo, 2021), para la cantidad adecuada requería de la lenteja de agua lo realizo de acuerdo al libro de hidrología Aplicada-Chow, D. Maidmenty L. Mays, 1994, donde se precisó la siguiente formula:

- N° Total de especímenes = densidad superficial x área de estudio
- N° Total de especímenes = $800 \text{ g/ m}^2 \times 4 \text{ m}^2$
- N° Total de especímenes = 3200 g. en la laguna piloto

4.7 DISCUSIÓN

4.7.1 Contrastación de hipótesis general

4.7.1.1 Verificación de hipótesis general

El nivel de impacto medioambiental generado por la polución del vertimiento de la laguna de oxidación hacia el río Ilave es medianamente significativo.

De acuerdo al resultado obtenido en la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales (Matriz de Leopold modificada), esta hipótesis es verdadera, ya que, la afluencia de aguas servidas en dirección al río Ilave fue medianamente significativo, lo que refiere un riesgo moderado, donde la contaminación aún no se expandido, se mantiene



dentro de los márgenes de estudio y aun puede recuperarse el recurso hídrico si se llegan a tomar acciones inmediatas.

4.7.1.2 Verificación de hipótesis específicas

- La caracterización del medio ambiente del río Ilave nos indica la problemática ambiental actual del área afectada.
- Respecto a la especificación de la línea de base ambiental del río Ilave, esta hipótesis es verdadera, ya que con los hallazgos encontrados se conoció la condición actual de las aguas del río.
- Las estrategias de mitigación ambiental permiten dar posibles soluciones a corto y largo plazo para disminuir la contaminación del río Ilave.
- Esta afirmación es verdadera, porque, si se llegaran a implementar o aprobar alguno de los proyectos mencionados, las aguas servidas ya no serán vertidas hacia el río.
- El ecosistema y la calidad hídrica se ven afectados negativamente por los valores de calidad hídrica y del suelo, que exceden los límites admisibles de calidad medioambiental.
- Esta afirmación es moderadamente verdadera, sin embargo, los hallazgos encontrados en los análisis de suelo y agua, se evidencia que algunos están dentro de los LMP en los ECA.

4.7.1.3 Contrastación de resultados

- Según (Limachi, 2021), en su investigación “Evaluación de Riesgos Sanitario – Ambiental en el Camal Municipal de la Provincia del Collao – Ilave”, concluye que existe riesgo ambiental



por el vertimiento de aguas residuales , donde sus valores máximos fueron: DQO 1032,00 mg/L, DBO 412,80 mg/L, Aceites y grasa 13,90 mg/L, estos parámetros evaluados se encuentran por encima de los ECA y LMP, ya que encuentran con un valor máximo, de modo que aun futuro cercano se espera más efectos irreversibles en la vida biológica del ecosistema encontrado en todo el establecimiento del río Ilave.

En el presente trabajo de investigación, de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis físico químico, especialmente en DQO (134,87mg/L) y DBO (334mg/L), en los tres puntos de nuestros los valores se encuentran por encima de los limites permisibles, según ECA agua de D.S. 011-2017- MINAM, en sus parámetros físico-químicos.

- De acuerdo a (Tevez, 2022), Concluye que la calidad del agua superficial en el área de la cuenca del Ilave según criterios fisicoquímicos en diez puntos de muestreo y en dos temporadas (temporada seca y temporada de inundaciones) de los años 2015 al 2020 registran valores relativamente normales; sin embargo, se observaron valores ligeramente altos en parámetros como pH, As y Mn.

En general podemos indicar que la calidad del agua en la cuenca del río Ilave, La calidad del agua cambió significativamente a lo largo del río Ilave, y la calidad del agua corriente arriba y corriente abajo fue en general mejor que el que está en el medio. Además, el resultado demostró



que la tierra agrícola y la tierra residencial rural tenían efectos adversos sobre la calidad del agua.

En el presente trabajo de acuerdo a los resultados obtenidos el As (5190,00ppm) en suelo se encuentra por encima del rango normal y en agua As (0,0228) está por debajo del LMP, con respecto a la dureza total en los 3 puntos los valores se encuentran por encima del valor recomendado de acuerdo a los ECA, podemos afirmar que la calidad de suelo y agua, están siendo afectados por el vertimiento de aguas residuales y desechos de fertilizantes agrícolas y la acumulación de residuos sólidos.

- Para (Hernández 2021), en su investigación de “Evaluación de calidad del agua en la quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia”, concluye que las principales fuentes de contaminación son las aguas servidas domésticas, escorrentías agrícolas, las excretas de animales y minería, los resultados obtenidos en DQO es de $>5\text{mg}$ y NO_3 con un resultado de $<5,0\text{mg/L}$ se encuentra por encima de los valores permisibles, las cuales generan efectos negativos en la calidad de aguas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto, se evidencia que en los resultados obtenidos del análisis físico-químicos, la concentración obtenida para DQO fue de $134,87\text{mg/L}$ y para NO_3 fue de $65,88\text{mg/L}$, respecto al DQO en los 3 puntos de muestreo se encuentran por encima de los límites permisibles, en NO_3 en los 3 puntos están por debajo de los límites permisibles tanto para consumo humano, bebida de animales y riego de cultivos.



- Según Estrella, 2021, en su trabajo de investigación sobre “Efectos de los efluentes líquidos del camal municipal en el río Ilave y propuesta tecnológica ambiental para su tratamiento” concluye que los resultados de DBO fue de 50,67 mg/L, con un PH de 7,72 , en el recuento de coliformes termotolerantes de 1181.00 NMP/100ml donde dichos valores superan las normas vigentes de los ECA, de esta manera se ven afectados las aguas del río Ilave por macroorganismos patógenos que pueden ocasionar EDA y destruir el ambiente acuático.

En contrastación con los resultados de estrella, el presente trabajo obtuvo como resultados en DBO de 334 mg/L, el cual se encuentra por encima de los estándares de calidad permisibles, con un pH que oscila entre 6,46 a 6,88, en el recuento de coliformes totales, termotolerantes, y fecales con 23 NMP/100, esta cifra se encuentra por debajo de los valores de los ECA, los resultados demuestran como se ve afectado las aguas del río y la salud de la población.

- Aquino (2022), concluye que la planta de tratamiento no cuenta con canales adecuados para el transporte de aguas cloacales e identificaron problemas dentro del PTAR “El Pedregal”, lo cual ha venido generando mal olor , contaminación del suelo que está en contacto con el aguas negras, el cual es un problema latente generando un foco infeccioso para la población , además, en los análisis realizados los parámetros que sobrepasan los ECA de calidad del agua se encuentran DBO con 285,76 mg/L, 571,52 mg/L en DQO y coliformes totales de 7.0×10^{11} NMP/100ml.



En los resultados obtenidos se concluye que este trabajo guarda relación con los valores obtenidos por Aquino, puesto que los parámetros de DBO (334 mg/L) y DQO (134,87mg/L), respecto a coliformes totales (23 NMP/100mL) estos se encuentran dentro de los límites permisibles, además, la laguna de oxidación genera malos olores, contaminación del suelo y el recurso hídrico del río Ilave, el cual es un problema latente para toda la población debido, a que atrae plagas y con ello enfermedades.

- De acuerdo a Villaseca (2021), en su trabajo de tesis “ Efecto Fitorremediador de Lemna Minor en Aguas Contaminadas de las Lagunas de Oxidación de Tácala – Castilla – Piura – 2021”, concluye que los valores de DBO (208 mg/L) , DQO (564 mg/L) y coliformes totales (240000NMP/100mL), se encontraban por encima del rango normal, asimismo, en su sistema de tratamiento de fitorremediación utilizando la especie LEMNA MINOR, el cual reduce de manera eficiente los índices de DBO, DQO y coliformes, sólidos totales en suspensión , esto fue comprobado con la prueba piloto realizada.

De acuerdo a los resultados obtenidos se logra evidencias que en los parámetros de DQO, DBO se encuentran por encima de los LMP, según los ECA, por ello en el presente trabajo se propone como una alternativa un sistema de fitorremediación utilizando la especie *LEMNA MINOR*, con la finalidad de disminuir la contaminación del río Ilave y que todos los parámetros se encuentren dentro de los LMP, estén aptos para riego, consumo humano, ya que, algunos pobladores consumen este recurso hídrico porque no cuentan con servicios básicos (agua y desagüe).



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad de suelo, se encuentra contaminado por los siguientes elementos para Cd con 20,00ppm, As con 5190,00 ppm y 580,00 ppm en Hg, lo cual indica estos se encuentran por encima de los límites permisibles de acuerdo con los ECA.

Respecto a la calidad del agua, los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos muestran que las concentraciones de cloruros, alcalinidad, dureza, calcio y sulfatos, en los 3 puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites permisibles, no superan lo establecido en los ECA, lo que indica que no está contaminado por estos componentes. Sin embargo, en los factores de DBO-5 y DQO los valores de concentraciones para el punto de muestreo (1) en DBO-5 134,87 mg/L, DQO 334mg/L, estación de muestreo (2) se tiene 112 mg/L para DQO, 38,5mg/L y en la estación de muestreo (3) con 16,5mg/L DBO-5, los valores en los 3 puntos de muestreo superan lo establecido en los ECA. Por otro lado, la calidad de agua del río Ilave no se encuentra contaminada por metales pesados, debido a que, sus concentraciones en la estación de muestreo (1) es de 0,00070mg/L para Mercurio, con 0,00011mg/L Cadmio, Cobre 0,002mg/L, Plomo 0,0026mg/L, Zinc 0,0031mg/L, no superan lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Finalmente, en el análisis microbiológico se evidenció que los coliformes totales (>11000NMP/100mL) se encuentra por encima del rango establecido en ECA para agua.

SEGUNDA: De acuerdo a la valoración con la matriz de impactos ambientales se evidencia que el nivel de contaminación del río Ilave es medianamente



significativo, debido a que, algunos parámetros en los análisis Físico-químicos, químicos, microbiológicos, se encuentran por debajo y otros superan los valores establecido en ECA, asimismo, el vertimiento de aguas servidas, presenta una extensión puntual, con una duración permanente que podría ser medianamente reversible si se logra tomar acciones inmediatas podría recuperar su estado natural a largo plazo, pero en cuanto a la vida acuática podría ser afectada notablemente siendo casi irreversible poder recuperar este recurso debido a la magnitud del impacto lo cual es altamente significativo, además, afecta en la salud de la población, sobre todo en personas consideradas vulnerables, ocasionándoles EDA, infecciones estomacales y respiratorias, debido a los olores que emana dicha laguna.

TERCERA: Se planteó estrategias de mitigación ambiental, como parte de contribución del estudio realizado; un diseño de un PTAR con una estimación de 20 años de crecimiento poblacional, el cual es una de las alternativas que se utiliza para poder minimizar los contaminantes de las aguas servidas y posteriormente el agua tratada es vertido al efluente (rio) para su uso en ganadería y agricultura, antes de ser vertido se realizara un control estricto en parámetros físico-químicos, los cuales serán corroborados con los límite máximo permisible (LMP), que se encuentra en los ECA de agua que se implementó con el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Para la segunda estrategia se planteó crear una planta piloto en serie con 2 lagunas de oxidación, en donde se utilizará la lenteja de agua de *Lemna Minor* como efecto fitorremediador para disminuir parámetros Físico-químicos y microbiológicos. Esta alternativa es requiere un menor gasto económico y es más factible, mientras se logra la construcción del PTAR.



VI. RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Llevar a cabo supervisiones periódicas de la calidad hídrica y suelo, por instituciones públicas y/o privadas, el cual brindara información precisa y actualizada, para reducir los efectos sanitarios y medioambientales.
- SEGUNDA:** Implementar estrategias para una gestión adecuada de desechos sólidos por parte del municipio, para evitar de los pobladores sigan desechando sus residuos en la laguna de oxidación
- TERCERA:** La municipalidad debe realizar charlas de concientización a toda la población de Ilave, acerca de la eliminación de residuos sólidos y las consecuencias que traje tanto al medio ambiente como a la salud al desechos a los ríos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEMA. (2002). Con los pies en la tierra: La degradación del suelo y el desarrollo sostenible en Europa: un desafío para el siglo XXI. Problemas medio ambientales. *AEMA gencia (Europa de Medio Ambiente) - PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)*(16), 34.
- Agudelo, et al. (2008). Diseños de investigación experimental y no experimental. *La Sociología en sus Escenarios, Centro de Investigación Sociales y Humanas, Universidad de Antioquia*, 18, 1-45.
https://doi.org/https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/2622/1/AgudeloGabriel_2008_DisenosInvestigacionExperimental.pdf
- Alfaro Jaucha, J. D. (2021). Efecto de metales traza de los Ríos afluentes (Ramis, Coata e Ilave). *Tesis para optar el Grado Académico en Ecología y Gestión Ambiental*. Lima. <https://repositorio.urp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d3841834-bc89-4912-a3d9-0ac3efa51f78/content>
- ANA. (Enero de 2009). Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Ilave. *Estudio Hidrológico*. Puno. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/evaluacion-recursos-hidricos-cuenca-rio-ilave>
- ANA. (19 de Octubre de 2012). ANA Informa que Ríos de Puno Están Contaminados por Actividad Poblacional y Factores naturales. Lima. <https://www.ana.gob.pe/noticia/ana-informa-que-rios-de-puno-estan-contaminados-por-actividad-poblacional-y-factores>
- Andueza, F. D. (Octubre de 2014). Microbiología del agua. *Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de los andes*. Merida-Venezuela.
- Apella, M. C., & Araujo, P. Z. (2005). Microbiología de agua. Conceptos básicos. *Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación*(33-34).
- Aquino Lujan, K. D., & Barrientos Palomino, J. E. (2022). Propuesta De Mejoramiento Integral Para el Tratamiento y uso de Aguas Residuales para Reducir la Contaminación Proveniente de Ptar “El Pedregal”, Chincha. *Tesis para optar el*



título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
Lima.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/659152/Aquino_LK.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Bofill Mas, S., et al. (2005). Efectos Sobre la Salud de la Contaminación de Agua y Alimentos por Virus Emergentes Humanos. *Revista Española de Salud Publica*, 79(2), 254-260. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200012

Calderon Saltarich, C. (1985). Los Recursos Naturales del Perú. *Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales*.

Castellanos Morales, J. J., & Mamani Ccapira, E. (2020). Optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales por las Lagunas de Oxidación/Estabilización del Sector Mukuraya, Provincia de Moho, Región de Puno. *Tesis para optar Título profesional de Ingeniero Químico*. Arequipa. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1aafae54-6639-4dc1-9ec7-07323eb50f24/content>

CEPLAN. (2021). *Centro Nacional de Planeamiento Estratégico*. <https://www.ceplan.gob.pe/informacion-de-brechas-territoriales/>

Chura Soto, V. (2017). Impacto Ambiental por Aguas Residuales en la Laguna de Langui - Layo. *Tesis para Optar el Grado academico de Maestro en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/3124/253T20171024.pdf?sequence=1>

Cusiche Pérez, L. F., & Miranda Zambrano, G. A. (2019). Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional 'Lago Junín', Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1433-1447. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1870>

Custodio Villanueva, M., & Chávez Amésquita, E. S. (2017). Evaluación del estado trófico del río Cunas mediante índices físicos, químicos y biológicos, en dos periodos climáticos-Junín, Perú. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y*



Desarrollo Sostenible, 1(1-2), 26-36.
<https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/ambiente/article/view/93>

Defensoria del Pueblo. (8 de Noviembre de 2018). Pediremos información tras constatar contaminación de río Ilave e Puno. Puno, Perú.
<https://www.defensoria.gob.pe/actividades/pediremos-informacion-tras-constatar-contaminacion-de-rio-ilave-en-puno/>

Divaagen. (23 de Marzo de 2021). *DIVAAGEN*. Método del Número Más Probable (NMP): <https://www.divaagen.com/metodo-del-numero-mas-probable/#:~:text=Descripci%C3%B3n%20del%20M%C3%A9todo&text=La%20t%C3%A9cnica%20del%20NMP%20consiste,alg%C3%BAn%20tipo%20de%20contaminaci%C3%B3n%20bacteriana.>

Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. ANDROS. <https://doi.org/https://es.scribd.com/document/602567707/Libro-Guillermo-espinoza-2007-Gestion-y>

Estrella Pacca, J. (2021). Efectos de los Efluentes Líquidos del Camal Municipal en el Río Ilave y Propuesta Tecnológica Ambiental para su Tratamiento – 2018. *Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ecología, Universidad Nacional del Altiplano*. https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18171/Javier_Estrella_Pacca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Galvis Toro, J., & Rivera Guerrero, X. (2013). Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de los Lodos Presentes en la Planta de Tratamiento de aguas Residuales Industriales (PTAR) de la Empresa Jugos Hit de la Ciudad de Pereira. *Trabajo de Grado para optar al título de Tecnólogo en Química, Universidad de Pereira*.

García Rodríguez, M. (2009). La hidrosfera. El ciclo del agua. La contaminación del agua. Métodos de análisis y depuración. El problema de la escasez del agua. En *Biología y Geología* (págs. 11-14).

Guerreo Legarreta, M. (2012). *El agua*. Mexico: La Ciencia/102 para todos.
<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/06/el-agua-manuel-guerrero.pdf>



- Guevara Pérez, E. (2021). *Fundamentos Sobre el Estudio de Impactos Ambientales*. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12543/4743>
- Guillermo Flores, G. (2018). Elaboración de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) en una Planta de Procesamiento de Agua Manantial para uso Humano "Agua de la Bendición" de la Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalem Limitada en el Distrito y Provincia de Cajamarca. *Informe de Experiencia profesional para optar el Título de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Trujillo*. Tujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d45ce0e2-fab7-4fb4-a11d-f6ec9216bb19/content>
- Hernández Álvarez, U., et al. (2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación científica*, 24((1):e1678). <https://doi.org/http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>
- Hernández Hernández, J. (2012). Especiación de Metales Pesados contaminantes en los Suelos y Acuífero del Río de los Remedios. *Tesis que para obtener el grado de Maestro en Geociencias y Administración de los Recursos Naturales*. Mexico.
- IDEAM. (21 de Octubre de 2020). Instructivo de Ensayo, Determinación de Coliformes Totales en Agua por el Método de Filtración por Membrana en Agar Endo 9222b. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Bogotá. <http://pronosticos.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+agua+NMP+M%C3%A9todo+Colilert.pdf/463a6c8d-122c-4f75-8572-81bd64baa2d2>
- IGP. (22 de Marzo de 2022). *Instituto Geofísico del Perú*. <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/593963-igp-recuerda-la-importancia-del-agua>
- Ilave. (2023). El Distrito de Ilave. <https://www.districto.pe/districto-ilave.html>
- INEI. (2015). Perú: Anuario de Estadísticas ambientales. Lima. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/14-anuario_de_estadisticas_ambientales_2015_-_inei.pdf



- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XVII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- Jacobo García, F. (2018). Aguas Residuales Urbanas y sus Efectos en la Comunidad de Paso Blanco, Municipio de Jesús María, Aguas Calientes. *Revista de el Colegio de San Luis*, 8(16), 267-290. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/4262/426259450011/html/>
- Jiménez Bellesta, R. (2017). *Introducción a la contaminación de suelos*. Mundi-Prensa. https://doi.org/https://books.google.com.pe/books?id=iZg6DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Juste, I. (1 de Marzo de 2024). *Ecología Verde*. Qué es el medio ambiente: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-medio-ambiente-1674.html>
- Larios Meoño, J. F., González Taranco, C., & Morales Olivares, Y. (2015). Las Aguas Residuales y sus Consecuencias en el Perú. *Revista Saber y Hacer de la Facultad de Ingeniería de la ESIL*, 2(2), 9-25. <https://usil.edu.pe/sites/default/files/2022-05/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>
- Lescaros Urzúa, J. A. (2013). La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. *Revista Scielo, Acta bioethica, Universidad del Desarrollo, Chile*, 19(2), 177-188. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2013000200002>.
- Ley N° 28611. (13 de Octubre de 2005). Ley general del Ambiente. *Ministerio del Ambiente*. Lima.
- Limache Ccallo, M. (2021). Evaluación de Riesgos Sanitario – Ambiental en el Camal Municipal de la Provincia de el Collao – Ilave. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano*. Puno. https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/17094/Limache_Ccallo_Marisol.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez Álvarez, N., & Abreu, J. L. (2013). Ética ambiental: Una Revisión Inicial. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 1(13), 71-79. [https://doi.org/http://www.spentamexico.org/v13-n1/A6.13\(1\)70-81.pdf](https://doi.org/http://www.spentamexico.org/v13-n1/A6.13(1)70-81.pdf)



- MIDAGRI. (2021). *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/41-sector-agrario/recursos-naturales/315-recurso-agua>
- MINAM. (13 de junio de 2013). Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias. *Decreto Supremo N°009-2014-Ministerio del Ambiente*. Junio.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/317524-009-2014-minam>
- MINAM. (7 de Junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias. *Ministerio del ambiente - Normas Legales*. Lima.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12870/DS-004-2017-MINAM.pdf?v=1530656700>
- MINAM. (7 de Junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Lima.
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- MINAM. (02 de Diciembre de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. *Ministerio del Ambiente - Normas*.
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>
- MINAM. (2018). Ministerio del Ambiente. *Sistema Nacional de Gestión Ambiental*.
<https://www.minam.gob.pe/gestion-ambiental/>
- Miranda Zea, N. S. (2012). *Tecnología de Aguas Tratamiento y Control de Calidad*. Puno, Universidad Nacional de Altiplano.
- Miranda Zea, N. S. (2014). *Efluentes y Tratamiento de Aguas Residuales*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Miranda Zea, N. S. (2014). *Efluentes y Tratamiento de aguas Residuales, Universidad Nacional del Altiplano*.



- Molano Marín, Y., & García Quiroga, P. D. (2021). Evaluación de la Amenaza y Vulnerabilidad por Contaminación del Recurso Hídrico en Cundinamarca, Caso: Río Negro, Zipaquirá. *Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingeniero Civil, Universidad de La Salle*. Bogotá. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil
- Mongobay. (17 de Febrero de 2022). *Nuevo informe revela la cadena de daños que provocan las aguas residuales al planeta*. <https://es.mongabay.com/2022/02/nuevo-informe-revela-cadena-de-danos-que-provocan-las-aguas-residuales-al-planeta/>
- NOM-112-SSA1. (15 de Agosto de 1994). Norma Oficial Mexicana, Bienes y Servicios. Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del número más probable. *Gobernación, Diario Oficial de la Federación*. Mexico. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4728925&fecha=15/08/1994#gsc.tab=0
- Obando Bustos, V. (2021). Metales Traza (As, Cr, Cd, Co, Ni, Pb) en Plantaciones Bananeras de Costa Rica y Efecto del Cromo en el Crecimiento y la Absorción de Nutrientes en la Planta de Banano (Musa AAA). *Tesis del programa de Estudios de Posgrado en Química, Universidad de Costa Rica*. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/b4cab637-ab29-4c30-9eb2-0e2d596c9624/content>
- OEFA. (2014). FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- OMS. (13 de septiembre de 2023). *Organización Mundial de la Salud*. Agua para consumo humano: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/drinking-water>
- Osorio Rivera, M., et al. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Dialnet*, 6(3), 228-245. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Padilla, J. (04 de Noviembre de 2021). *Lamentees maravillosa*. <https://lamenteesmaravillosa.com/estudio-transversal/>
- Risco Ventura, J. J. (2019). “Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Francisco Cañete con Enfoque ISO



- 14001". *Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería*. Lima. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/18707>
- Rodríguez Pimentel, H. (2017). *Club iagua*. <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Rojas Vargas, R. (Noviembre de 2019). Gestión Ambiental en el Marco del Plan Nacional de Educación Ambiental. *Seminario Problemática Ambiental Regional*. Puno. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/drep_puno_seminario_2019.pdf
- Rosquez, A. (2023). *Oceupe*. European Business School, Medio Ambiente y Calidad: <https://www.ceupe.pe/blog/que-es-el-medio-ambiente.html>
- Salazar Huánuco, J. E. (2020). Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Continental*. Huancayo. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7893/3/IV_FIN_10_7_TE_Salazar_Huanuco_2020.pdf
- Sousa, V. D., Driessnack, M., & Costa Mendes, I. A. (2007). Revisión de Diseños de Investigación Resaltantes para enfermería, Parte 1: Diseños de Investigación Cuantitativa. *Revista Latino-Americana de Enfermagem, Scielo, Universidad de Sao Paulo, Brasil, 15(3), 502-505*. <https://doi.org/https://www.scielo.br/j/rlae/a/7zMf8XypC67vGPrXVrVFGdx/?format=pdf>
- Suarez Marmolejo, C. L. (2011). Tratamiento de Aguas Residuales Municipales en el Valle del Cauca. *Trabajo de Investigación para optar el título de Mgister en Ingeniería, Universidad del Valle*. Santiago de Cali. <https://hdl.handle.net/10893/10174>
- Tevez Ponce, L. (2021). Comportamiento Espacio Temporal de Índice de Calidad del Agua en la Cuenca del Río Ilave. *Tesis para optar el Grado Academico de Magister scientiae en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional del altiplano*. Puno.



https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18680/Luz_Marina_Teves_Ponce.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tito, B. (2 de Agosto de 2020). Ingeniería Ambiental, Matriz de Leopold modificada impacto ambiental excel ejemplo: <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>

Tito, B. (2 de Agosto de 2020). *Ingeniería ambiental*. <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>

Velasquez Miranda, J. (Enero de 2003). El Suelo. *Boletines Técnicos, Ministerio de Agricultura*. https://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_boletines_el_suelo.pdf

Vera Torrejón, J. A., & Caicedo Safra, P. (2014). El Impacto Ambiental Negativo y su Evaluación Antes, Durante y Después del Desarrollo de Actividades Productivas. *Derecho & Sociedad*, (42), 223-232. <https://doi.org/https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoysociedad/article/view/12478>

Vera Torrejón, J. A., & Caicedo Safra, P. (2014). El Impacto Ambiental Negativo y su Evaluación Antes, Durante y Después del Desarrollo de Actividades Productivas. *Revista Derecho & Sociedad*(42), 223-232. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12543/4743>

Villaseca Argomedo, F. (2021). Efecto Fitorremediador de Lemna Minor en Aguas Contaminadas de las Lagunas de Oxidación de Tácala – Castilla – Piura - 2021.

Villaseca Argomedo, F. J. (2021). Efecto Fitorremediador de Lemna Minor en Aguas Contaminadas de las Lagunas de Oxidación de Tácala – Castilla – Piura – 2021. *Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Ambiental*. Lima. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82966/Villaseca_AFJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Weather Spark. (2023). *Eñ clima y el tiempo promedio en todo el año en Ilave*. https://es.weatherspark.com/y/27057/Clima-promedio-en-Ilave-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette



Weather Spark. (2023). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ilave.*

<https://es.weatherspark.com/y/27057/Clima-promedio-en-Ilave-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zaraza Colque, Y. A. (2017). Nivel de Conocimiento acerca de la Contaminación del Río

Ilave en los Docentes y Estudiantes de 4to Grado de Secundaria de la I.E.S. “José Carlos Mariategui” Ilave – 2014. *Tesis para optar el título profesional de*

licenciado en Educación, Universidad Nacional del Altiplano. Puno.

https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/5582/Zaraza_Colque_Yesica_Anel.pdf?sequence=3&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla de matriz de consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál será el nivel de contaminación medioambiental producido por el vertimiento de la laguna de oxidación al río Ilave?	Objetivo general Identificar el nivel de contaminación por derramamiento de aguas servidas y residuales de la Laguna de oxidación hacia Río Ilave, utilizando el análisis matricial Causa-Efecto	Hipótesis principal El nivel de impacto medioambiental originado por la polución del vertimiento de la laguna de oxidación hacia el río Ilave.	Independiente Vertimiento de aguas residuales	Dimensión 1: volumen de descarga	Diseño Explicativo, científico Tipo Descriptivo simple Población Río Ilave Muestra 4 puntos toma de muestra para agua
Específico	Específicos	Específicas	Dependiente		
- ¿En qué medida se podrá identificar la situación ambiental del Río Ilave? - ¿En qué ayudarán las estrategias de mitigación ambiental al río Ilave? - ¿Cuál es la calidad ambiental del agua y suelo del río Ilave?	-Efectuar una investigación de Línea de Base, con el fin de informar del contexto medioambiental del Río Ilave -Plantear estrategias de mitigación ambiental para el río Ilave. -Ejecutar una valoración de la calidad del recurso hídrico y del suelo en el Río Ilave.	-La caracterización del ecosistema del río Ilave nos indica la problemática ambiental actual del área de influencia. - Las estrategias de mitigación ambiental permiten dar posibles soluciones a corto y largo plazo para disminuir la contaminación del río Ilave - Los valores de la calidad de agua y suelo estarán dentro de los límites permisibles de calidad ambiental	Nivel de contaminación ambiental del río	Dimensión 1: Calidad del agua Dimensión 2: Calidad del suelo	1 punto para la toma muestra de suelo Análisis de datos Programa Excel

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicador	Valor
Dependiente	Es la descarga de líquidos, desechados por los hogares, empresas, etc. Los cuales contienen una gran cantidad de contaminantes físicos, químicos y biológicos que son dañinos para los ecosistemas y la salud de la población (Henry, 2021)	Volumen de descarga Criterios de evaluación	Propuestas de puntos de muestreo Análisis físico-químico	Monitoreo de la calidad de agua
Vertimiento de aguas residuales				
Independiente	Es cuando se introducen sustancias nocivas en el agua, que afecta negativamente la calidad hídrica de los ríos, lo que provoca un desequilibrio en los ecosistemas, poniendo en peligro la biodiversidad, el equilibrio ecológico del ecosistema fluvial, la salud humana y la economía (Flores, 2024)	Dimensión		
Nivel de contaminación ambiental del río		Calidad del agua	Parámetros Toma de muestras Estándares de calidad de agua y suelo	Alto Medio Bajo
		Calidad del suelo		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. Tabla de estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo de acuerdo a la norma peruana

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos del Suelo ⁽¹⁾			Métodos de ensayo ^{(7) y (8)}
	Suelo Agrícola ⁽³⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽⁵⁾ / Industrial/ Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁹⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽¹⁰⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹²⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹³⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹⁴⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹⁵⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽¹⁶⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Fuente: MINAM, 2017

ANEXO 4. Tabla de estándares de calidad ambiental para agua, norma peruana categoría A1 y categoría 3

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Fuente: MINAM, 2017



Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Fuente: MINAM, 2017

ANEXO 5. Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N) + Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Fuente: MINAM, 2017



Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
<u>Bifenilos Policlorados</u>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
<u>Organoclorados</u>				
Aldrín	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrín	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminthos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: MINAM, 2017



ANEXO 6. Componentes ambientales considerados en la matriz de Leopold

VALORES PAUTAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE AGUA POTABLE		MINISTERIO DE SALUD mg/l	LEG. PERUANA (17-02-46) OMS mg/l
Turbiedad	(Unid)	10 (Unid)	5.0 (Unid) 5,0 (E)
Color	(Unid)	20 (Unid)	10.0 (Unid) 15 (E)
Sólidos totales		1000	1000 -1000 (E)
Fierro	(Fe)	0.25	0.30-0.3 (CE)
Plomo	(pb)	0.1	0.10-0.05 (CISS)
Cobre	(Cu)	3.0	1.00-1.0 (CD)
Arsénico	(As)	0.1	0.05-0.05 (CISS)
Bario	(Ba)	-	0.10
Cadmio	(Cd)	-	0.01-0.005 (CISS)
Manganeso	(Mn)	0.25	0.10-0.1 (CE)
Zinc	(Zn)	15.0	5.00-5.0 (CE)
Selenio	(Se)	0.05	0.01-s0.01 (CISS)
Boro	(B)	2.0	-
Fluoruro	(F)	-	1.50-1.5 (CISS)
Cianuro	(Cn)	-	0.01-0.1 (CISS)
Sílice	(SiO ₂)	-	25.00
Magnesio	(Mg ⁺⁺)	125	150.00
Sulfatos	(SO ₄ ⁻)	250	250.00-400 (CE)
Cloruros	(Cl)	250	250.00-250 (CE)
Dureza Total	(CaCO ₃)	250	250.00-500
Alcal. Total	(CaCO ₃)	120	120.00
Fenoles		-	0.001
Detergentes amónicos		-	0.20
PH		10.6	-
Cromo		-	7.0-8.5-6.5-8.5
Mercurio			0.05 (CISS)
Nitrato (N)			0.001 (CISS)
Aluminio			10(CISS)
Sodio			0.2 (CE)
			200 (CE)

(CISS) Constituyente inorgánico de significación para la salud.
(C.E) Calidad estética

Fuente: Miranda, 2012



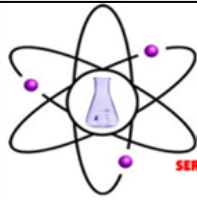
ANEXO 7. Tabla del número más probable e intervalo de confianza en el caso del sistema siembra número 1

NÚMERO DE TUBOS QUE DAN REACCIÓN POSITIVA EN			N.M.P 100mL	LÍMITES DE CONFIANZA DEL 95%	
3 TUBOS DE 10mL	3 TUBOS DE 1mL	3 TUBOS DE 0,1mL		LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
0	0	1	3	< 0.5	9
0	1	0	3	< 0.5	13
1	0	0	4	< 0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	1	15	3	3
2	1	1	20	7	7
2	2	2	21	4	4
2	2	2	28	10	10
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

Fuente: Miranda, 2012



ANEXO 8. Informe de análisis de calidad de suelo



RHLAB S.A.C.
SERVICIOS ANALÍTICOS QUÍMICO - METALÚRGICO

RH-M103-1695

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE

A SOLICITUD DE : SR. RONALD FUENTE TTUPA
ASUNTO : Determinación Analítica del contenido metálico total en la muestra
CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LA MUESTRA
CANTIDAD DE MUESTRAS : 01
SOLICITUD DE ENSAYO : Análisis Químico elemento Cobre (Cu), Plomo (Pb), Zinc (Zn) Arsénico (As), Mercurio (Hg), Cadmio (Cd)
RECEPCION DE MUESTRAS : Bolsa de plástico
FECHA DE REALIZACION DEL ENSAYO : 28/12/2022 al 09/01/2023

DETALLE DEL INFORME

RESULTADOS DE ENSAYO		
Parámetros	Unidad de medida	Nombre de muestra
		Muestra suelo
Cobre (Cu)	ppm	22,00
Plomo (Pb)	ppm	0,01
Zinc (Zn)	ppm	25,00
Cadmio (Cd)	ppm	20,00
Arsénico (As)	ppm	5190,00
Mercurio total (Hg)	ppm	580,00

Los resultados obtenidos y que se consignan en el presente informe corresponden al ensayo solicitado en las muestras recibidas del cliente.

MÉTODOS DE REFERENCIA


* Metodo de ensayo Multielemental, Espectrofotometría de Absorción Atómica

RHLAB S.A.C.
Ing. *[Firma]*
CERENTE GENERAL

Av Martires del 4 de Noviembre N° 2414 (Salida Puno - Frente a Covisur)
Cel: 978645480 - 935008140




ANEXO 9. Informe de ensayo de agua metales pesados y análisis fisico-químico



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 050

Clave generada : AB8B646

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00460

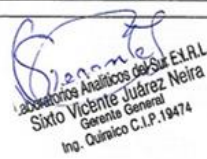
Fecha de emisión: 6/01/2023 Página 1 de 3

Señores : RONALD FUENTES TTUPA
Dirección : PUNO
Atención : RONALD FUENTES TTUPA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : VIRGINIA LARICO ILAQUITA - RONALD FUENTES TTUPA Fecha de recepción : 30/12/2022
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 287-22 Fecha de ensayo : 30/12/2022
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 1


Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG22000813	ANALISIS DE METALES PESADOS	Agua Residual - Agua Residual Municipal	HUANCUNI / ILAVE / COLLAO / PUNO	19K 433249 9 E ; 8222563 N	28/12/2022	7:53
Condiciones de recepción de la muestra						
Al ambiente						
Observación						
-						




Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P. 19474

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 "«Valor numérico»=Limite de detección del método, "«Valor Numérico»=Limite de cuantificación del método
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 (c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.
 Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294



Validar el informe
vía web





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

Clave generada : AB8B646

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00460

Fecha de emisión: 6/01/2023

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796	800	802			
		As	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG22000813	ANÁLISIS DE METALES PESADOS	0,0228	0,00070	≤<0,00011	≤<0,002	≤<0,0026	≤<0,0031

Sixto
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P. 19474

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>.

Parque Ind. Rio Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)441



441662
CamScanner



Validar el informe
vía web



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro

LQ-2023

Nº 002249

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico: RIO ILAVE P1
PROCEDENCIA : RIO ILAVE, SECTOR HUANCUNI, DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DEL COLLAO
INTERESADO : RONALD FUENTES TTUPA
 VIRGINIA LARICO ILAQUITA
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 26/07/2023, por el interesado
ANÁLISIS : 26/07/2023
COD. MUESTRA : B009-000399

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 6.88
Temperatura : 13.70 °C
Conductividad Eléctrica : 966.00 µS/cm

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO₃ : 122.00 mg/L
Alcalinidad como CaCO₃ : 299.68 mg/L
Cloruros como Cl⁻ : 179.74 mg/L
Sulfatos como SO₄²⁻ : 21.35 mg/L
Sólidos Totales Disueltos : 482.00 mg/L
Calcio como Ca⁺⁺ : 16.60 mg/L
Magnesio como Mg⁺⁺ : 19.56 mg/L
Porcentaje de salinidad : 0.50 %
Turbidez : 96 NTU

I.- Los parámetros físico-químico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Con excepción de la turbiedad se le recomienda tratarlo.

Puno, C.U. 14 de agosto del 2023.

VºBº


 ING. LUZ MARINA TEVES FONCE
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIQ - UNA - CIP - 182293




 Walter D. ... Fonce
 DECANO FIQ-UNA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002248

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico: RIO ILAVE P2
PROCEDENCIA : RIO ILAVE, SECTOR HUANCUNI, DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DEL COLLAO
INTERESADO : RONALD FUENTES TTUPA
 VIRGINIA LARICO ILAQUITA
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 26/07/2023, por el interesado
ANÁLISIS : 26/07/2023
COD. MUESTRA : B009-000399

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH	:	6.46	
Temperatura	:	13.70	°C
Conductividad Eléctrica	:	602.00	µS/cm
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
Dureza Total como CaCO ₃	:	137.08	mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	:	157.49	mg/L
Cloruros como Cl	:	141.95	mg/L
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	:	22.70	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	:	301.00	mg/L
Calcio como Ca ⁺⁺	:	43.36	mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	:	6.97	mg/L
Porcentaje de salinidad	:	0.30	%
Turbidez	:	26.16	NTU

1.- Los parámetros físico-químico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Con excepción de la turbiedad se le recomienda tratarlo.

Puno, C.U. 14 de agosto del 2023.

VºBº


 ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANALISTA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIQ-UNA-CUP-102313




 Walther B. Aragón, Ph.D.
 DECANO - FIQ - UNA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro

LQ-2023

Nº 002250

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico: RIO ILAVE P3
PROCEDENCIA : RIO ILAVE, SECTOR HUANCUNI, DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DEL COLLAO
INTERESADO : RONALD FUENTES TTUPA
 VIRGINIA LARICO ILAQUITA
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 26/07/2023, por el interesado
ANÁLISIS : 26/07/2023
COD. MUESTRA : B009-000399

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 6.68
Temperatura : 13.70 °C
Conductividad Eléctrica : 502.00 µS/cm

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO₃ : 120.76 mg/L
Alcalinidad como CaCO₃ : 114.40 mg/L
Cloruros como Cl⁻ : 139.95 mg/L
Sulfatos como SO₄²⁻ : 13.75 mg/L
Sólidos Totales Disueltos : 251.00 mg/L
Calcio como Ca⁺⁺ : 48.08 mg/L
Magnesio como Mg⁺⁺ : 0.14 mg/L
Porcentaje de salinidad : 0.30 %
Turbidez : 8.51 NTU

1.- Los parámetros físico-químico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Con excepción de la turbiedad se le recomienda tratarlo.

Puno, C.U. 14 de agosto del 2023.

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIQ - UNA - C.P. - 112713



Walter B. A.
 DECANO - FIQ - UNA



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : FA29885

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00316

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 1 de 5

Señores : RONALD FUENTES TTUPA
Dirección : PUNO
Atención : VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RONALD FUENTES TTUPA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 111-23
Plan de muestreo : Muestreado por el diente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el diente

Fecha de recepción : 22/6/2023
Fecha de ensayo : 22/6/2023

Nro de muestras : 1

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc., Ingeniero Químico, CIP 114426, Emisor de certificado, LLAMA, PE, 19/9/2023 11:25:02

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000308	PT-01	Agua Residual - Agua Residual Municipal	HUANCUNI / ILAVE / COLLAO / PUNO	433225.955 E ; 8222623.36 N 19 K	21/6/2023	8:15
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú,(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : FA29885

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00316


Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 2 de 5

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*3093	860
		NO ₃ ⁻ mg/L	DQO mg O ₂ /L
AG23000308	PT-01	65,88	334

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LLAMA-PE. 19/9/2023 11:26:02


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 78A5A813

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00317

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 1 de 5

Señores : RONALD FUENTES TTUPA
Dirección : PUNO
Atención : VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RONALD FUENTES TTUPA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 111-23
Plan de muestreo : Muestreo por el diente
Procedimiento Aplicado : Muestreo por el diente

Fecha de recepción : 22/6/2023
Fecha de ensayo : 22/6/2023

Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000309	PT-02	Agua Residual - Agua Residual Municipal	HUANCUNI / ILAVE / COLLAO / PUNO	433249 E ; 8222571.018 N 19 K	21/6/2023	8:32
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

Firmado por: JUAREZ, SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114476, Emisor de certificado, LAMA, PE, 19/9/2023 11:26:31

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 78A5A813

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00317

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 2 de 5

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*3093	860
		NO ₃ ⁻	DQO
		mg/L	mg O2/L
AG23000309	PT-02	27,24	112

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Rio Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : E81AB582

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00318

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 1 de 5

Señores : RONALD FUENTES TTUPA
Dirección : PUNO
Atención : VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RONALD FUENTES TTUPA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 111-23
Plan de muestreo : Muestreo por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreo por el cliente

Fecha de recepción : 22/6/2023
Fecha de ensayo : 22/6/2023

Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000310	PT-03	Agua Residual - Agua Residual Municipal	HUANCUNI / ILAVE / COLLAO / PUNO	433225.955E ; 8222623.36 N 19 K	21/6/2023	9:02

Condiciones de recepción de la muestra

Cooler refrigerado

Observación

-

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a-<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b-<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Verificar el informe
escaneando este código



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : E81AB582

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00318

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 2 de 5

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*3093	860
		NO ₃ ⁻	DQO
		mg/L	mg O ₂ /L
AG23000310	PT-03	17,37	26,2

Laboratorios Analíticos del Sur EIRL
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

("*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 9F1D8514

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00319

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 1 de 5

Señores : RONALD FUENTES TTUPA
Dirección : PUNO
Atención : VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RONALD FUENTES TTUPA / VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 153-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 26/7/2023

Fecha de ensayo : 26/7/2023

Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000446	DBO 1	Agua Residual - Agua Residual Municipal	HUANCUNI / ILAVE / COLLAO / PUNO	4332259 E ; 8222623 36N 19 K	25/7/2023	16:40

Condiciones de recepción de la muestra

Cooler refrigerado

Observación

-

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc., Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado, LLAMA.PE., 19/9/2023 11:23:12

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico"=Limite de detección del método, "<Valor Numérico"=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)



Validar el formato
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N°LC - 050

Clave generada : 9F1D8514

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00319

Fecha de emisión:19/9/2023

Página 2 de 5

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	859
		DBO-5
		mg/L
AG23000446	DBO 1	134,87

Laboratorios Analíticos del Sur EIRL
Omár A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Peñú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
VIA WEB



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : CDEC6E73

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00320

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 1 de 5

Señores : RONALD FUENTES TTUPA
Dirección : PUNO
Atención : VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RONALD FUENTES TTUPA / VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 153-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 26/7/2023

Fecha de ensayo : 26/7/2023

Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000447	DBO 2	Agua Residual - Agua Residual Municipal	HUANCUNI / ILAVE / COLLAO / PUNO	433249 E ; 822257.10 18N 19 K	25/7/2023	16:50

Condiciones de recepción de la muestra

Cooler refrigerado

Observación

-

Firmado por: JUAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.S.C. Ingeniero Químico CIP 114426. Emisor de certificado. LLAMA.PE. 19/9/2023 11:23:44

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)





Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : CDEC6E73

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00320

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 2 de 5

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	859
		DBO-5
		mg/L
AG23000447	DBO 2	38,5

Laboratorios Analíticos del Sur EIRL
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(") Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
VIA WEB



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : BAEB5EE5

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00321

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 1 de 5

Señores : RONALD FUENTES TTUPA
Dirección : PUNO
Atención : VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RONALD FUENTES TTUPA / VIRGINIA LARICO ILAQUITA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 153-23
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 26/7/2023

Fecha de ensayo : 26/7/2023

Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG23000448	DBO 3	Agua Residual - Agua Residual Municipal	HUANCUNI / ILAVE / COLLAO / PUNO	433225.955 E ; 8222623.36N 19 K	25/7/2023	17:05
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : BAE5EE5

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-23-00321

Fecha de emisión: 19/9/2023

Página 2 de 5

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	859
		DBO-5 mg/L
AG23000448	DBO 3	16,5

Firmado por: JUÁREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico, CIP 114426, Emisor de certificado: LUAMA.PE., 19/9/2023 11:22:37

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b"<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS DE AGUA RESIDUAL

PROCEDENCIA : HUANCUNI – ILAVE – COLLAO – PUNO.
INTERESADO : RONALD FUENTES TTUPA & VIRGINIA LARICO ILAQUITA.
MOTIVO : PROYECTO DE TESIS
MUESTRADO : POR LOS INTERESADOS
FECHA DE MUESTREO :12/12/2024
FECHA DE ANALISIS :12/12/2024



CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	UBICACIÓN	RESULTADOS
Coliformes totales	NMP/100ml	0433225.90 E	>11000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	8222823.36 N	270.00

INTERPRETACION:

El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.

Dra. Margot G. Ucyes Orinuela
CSP. 11900

ANEXO 10. Tablas de diseño de PTAR

Tabla 3.7. Tiempo de Contacto y Gradiente de Velocidad para Mezcla Rápida.

Tiempo de Contacto, (s)	G, s ⁻¹
20	1000
30	900
40	790
>40	700

Tabla 1.7. Ecuaciones De Evaluacion Para Vertederos Ttriangulares

Ángulo en grados	Cabeza (cm)		Caudal (L/s)		Ecuación*
	Mínima	Máxima	Mínimo	Máximo	
22,5	6	60	0,3	80	$Q = 0,26 H^{2,43}$
45	6	60	0,5	166	$Q = 0,55 H^{2,46}$
60	6	60	0,7	231	$Q = 0,77 H^{2,47}$
90	6	60	1,3	400	$Q = 0,34 H^{2,48}$

(*) $Q = m^3/s$; $H = m$.

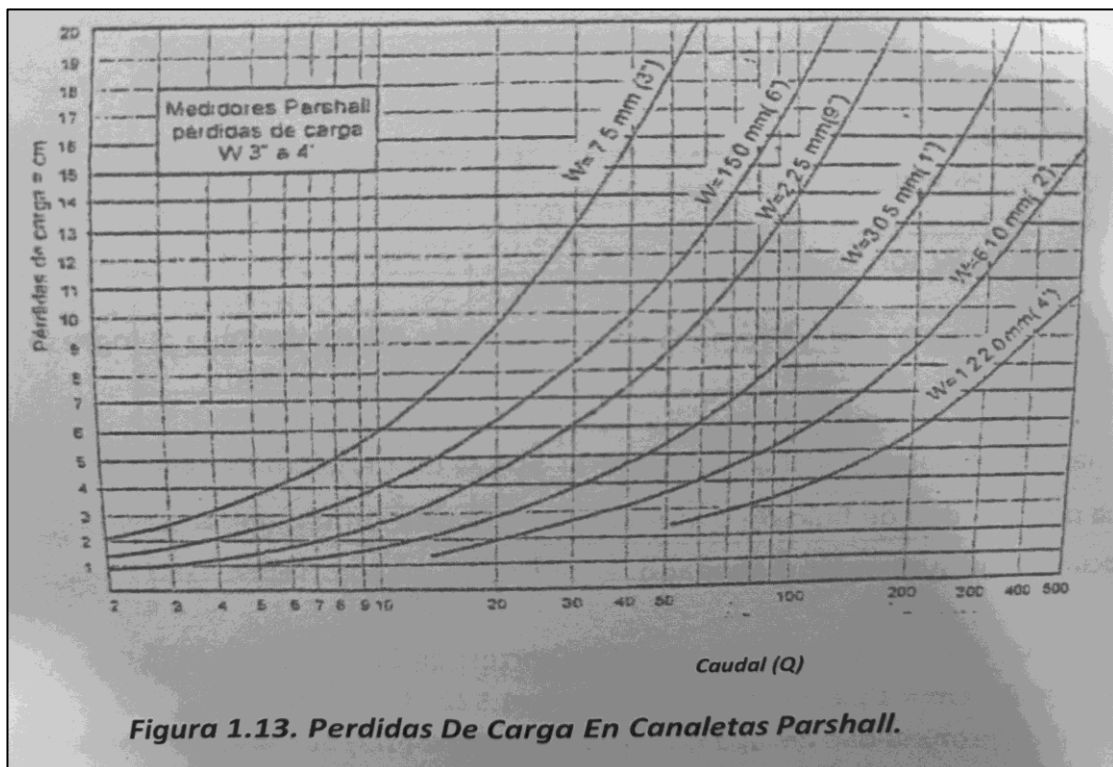




Tabla 1.8. Dimensiones De La Canaleta Parshall.

W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)	R (cm)	M (cm)	P (cm)	X (cm)	Y (cm)
2,5	36,6	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9	-	-	50,0	0,8	1,3
5,1	41,4	40,6	13,5	21,4	35,6	11,4	25,4	2,2	4,3	-	-	70,0	1,6	2,5
7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	40,6	30,5	76,8	2,5	3,8
15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	40,6	30,5	90,2	5,1	7,6
22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	40,6	30,5	108,0	5,1	7,6
30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	149,2	5,1	7,6
45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	167,6	5,1	7,6
61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	185,4	5,1	7,6
91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	222,3	5,1	7,6
122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	271,1	5,1	7,6
152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	308,0	5,1	7,6
182,8	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	344,2	5,1	7,6
213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	381,0	5,1	7,6
244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	417,2	5,1	7,6
305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	-	-	-	30,5	22,9

Tabla 1.10. Máxima Sumergencia Según Ancho De Garganta.

Ancho de Garganta	Máxima sumergencia (Hb/Ha)
7,5(3") a 30,5(1 ^{pie})	0,6
45,7(1 ½ ^{pies}) a 244(8 ^{pies})	0,7
305(10 ^{pies}) a 1525(50 ^{pies})	0,8

Tabla 1.11. Valores Del Exponente (n) y Del Coeficiente (K)

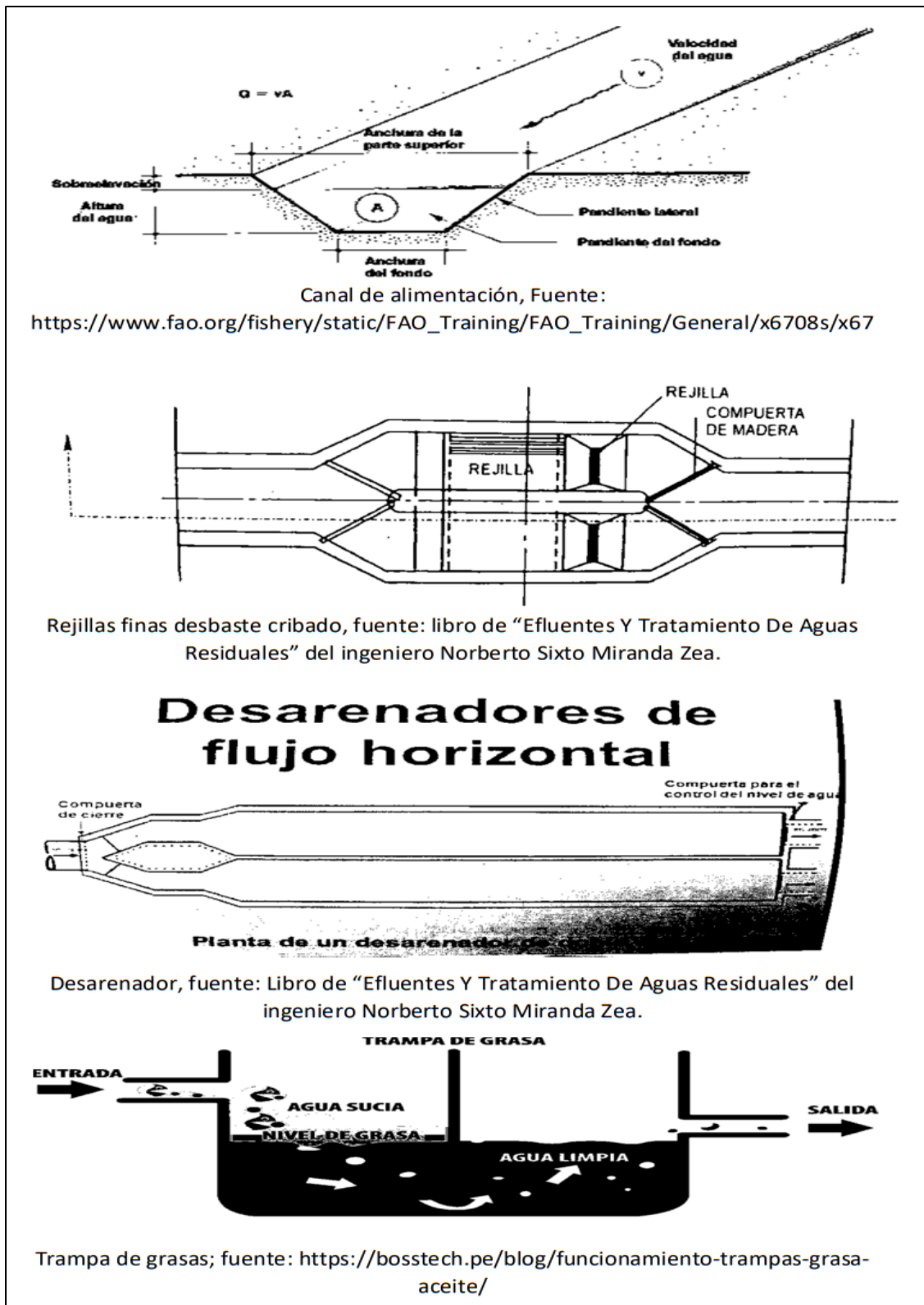
UNIDADES MÉTRICAS		
W	n	K
3" (pulg)	1.547	0.176
6" (pulg)	1.580	0.381
9" (pulg)	1.530	0.535
1' (pies)	1.522	0.690
1 ½' (pies)	1.538	1.054
2' (pies)	1.550	1.426
3' (pies)	1.566	2.182
4' (pies)	1.578	2.935
5' (pies)	1.587	3.728
6' (pies)	1.595	4.515
7' (pies)	1.501	5.306
8' (pies)	1.606	6.101

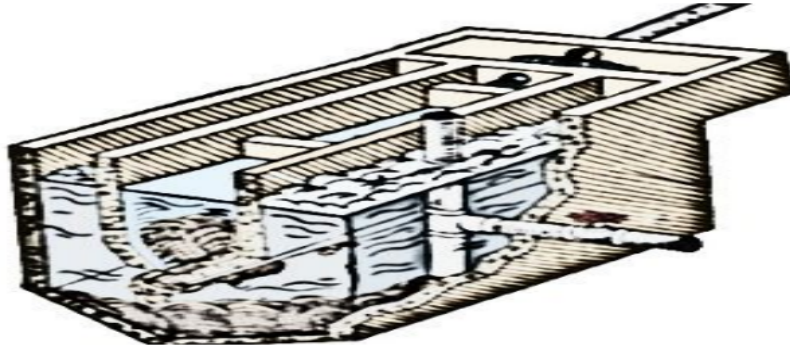
ANEXO 11. Tabla de resumen del diseño PTAR

Elementos	Nombres	Simbología	Valores	Unidad de medida
Canal de Alimentación	área	A	0,043	m ²
	pendiente del canal	S	20,00%	%
Rejillas finas desbaste cribado	velocidad de paso	vp	0,9	m/s
	Sección útil en la zona de rejilla	A	0,44	m ²
	Profundidad de las alturas de las rejillas	P	0,215	m
	Profundidad de diseño	Pd	0,3	m
	Número de barrilas	N	11	
Diseño de desarenador	área superficial del canal desarenador	As	2,08	m ²
	Profundidad de canal desarenador	P	1,5	m
	Volumen de cada canal desarenador	V	3,12	m ³
	Tiempo de retención hidráulica	Trh	120	s
	Área transversal del canal desarenador (At)	At	0,086	m ²
	Ancho del canal desarenado	W	0,06	m
	Longitud del canal desarenador	L	34,66	m
Diseño de trampa de grasas	Volumen	V	9	m ³
	Altura del agua residual	H	1	m
	Volumen y área Superficial	V	9	m ²
	Diámetro de tuberías sanitarias	θ	4	pulg
	Altura de diseño del reactor	Ho	1,3	m
Diseño de pozos para retención de gruesos	Cálculo de volumen de paso	V	23,4	m ³
	Área superficial del pozo	As	2,08	m ²
	Profundidad del pozo	h	11	m
Diseño de un Vertedero rectangular sin contracciones	Cálculo del ancho del canal	L	0,52	m
	Altura del vertedero al fondo del canal	p	0,74m	m
	Caudal por unidad de ancho	q	0,05	m ² /s
	Profundidad crítica	hc	0,06	m
	Profundidad super crítica	hi	0,07	m
	Velocidad super crítica	vi	0,7	m/s
	Numero de fraude será	Fi	1	
	Profundidad subcrítica	h2	0,055	m
	Velocidad subcrítica es	v2	1	m/s
Perdida de energía	hp	0,002	m	
Canal Parshall	Profundidad del agua	Ha	12	cm
	Sumergencia máxima	Hb	4,2	cm
	Nivel de agua	X	19,8	cm
	Elevación de cresta por encima del fondo canal	h	27	cm
	Perdidas de carga en canaletas Parshall	h	1,1	cm
	Profundidad aguas arriba sobre fondo del canal	H+h	28,1	cm
	Velocidad de la sección D	v	0,06	m/s
	Energía específica	E	0,9	
	Velocidad antes del resalto	v1	0,098	m/s
	Altura antes del resalto hidráulico	H1	0,86	m
	Numero de fraude	Nf	0,033	
	Altura después del resalto	H2	0,0018	m
Perdida de carga	Hf	0,888	m	
Diseño de sedimentador primario	Área superficial del reactor	As	0,8	m ²
	Ancho:	W	1,5	m
	Largo	L	6	m
	Volumen del reactor	V	36	m ³
	Nueva carga superficial	Cs	96	m/d
	Tiempo de retención	Tr	0,984	h

Fuente: Elaboración propia

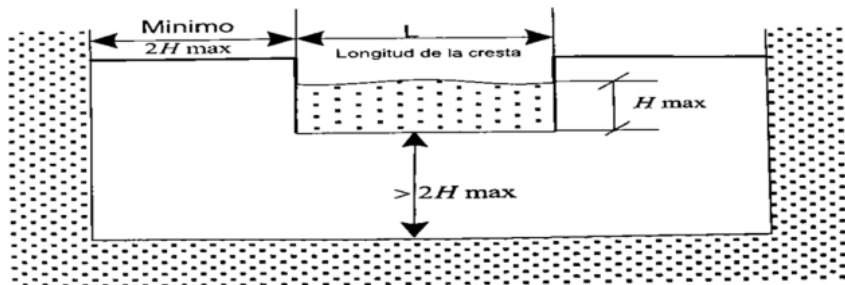
ANEXO 12. Imágenes de diseño de PTAR



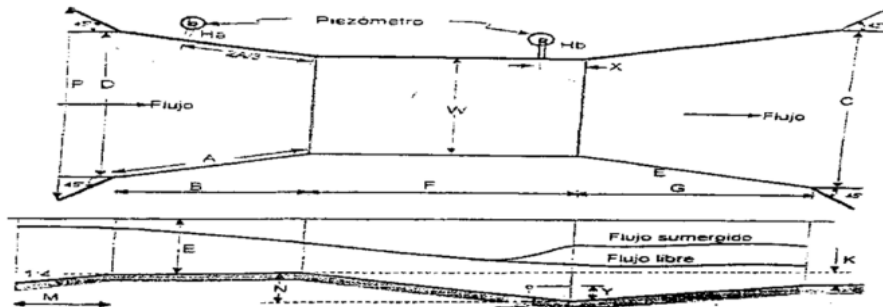


Pozos para retención de gruesos; fuente:

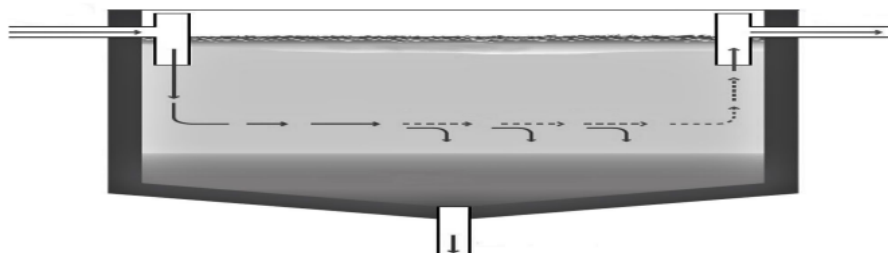
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/31477/22111_Manual_Tecnico_Albergues_Zonas



Vertedero rectangular sin contracciones, fuentes: Libro de "Efluentes Y Tratamiento De Aguas Residuales" del ingeniero Norberto Sixto Miranda Zea.



Canal Parshall; fuente: Libro de "Efluentes Y Tratamiento De Aguas Residuales" del ingeniero Norberto Sixto Miranda Zea.



Sedimentador primario; fuente: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/sedimentador>

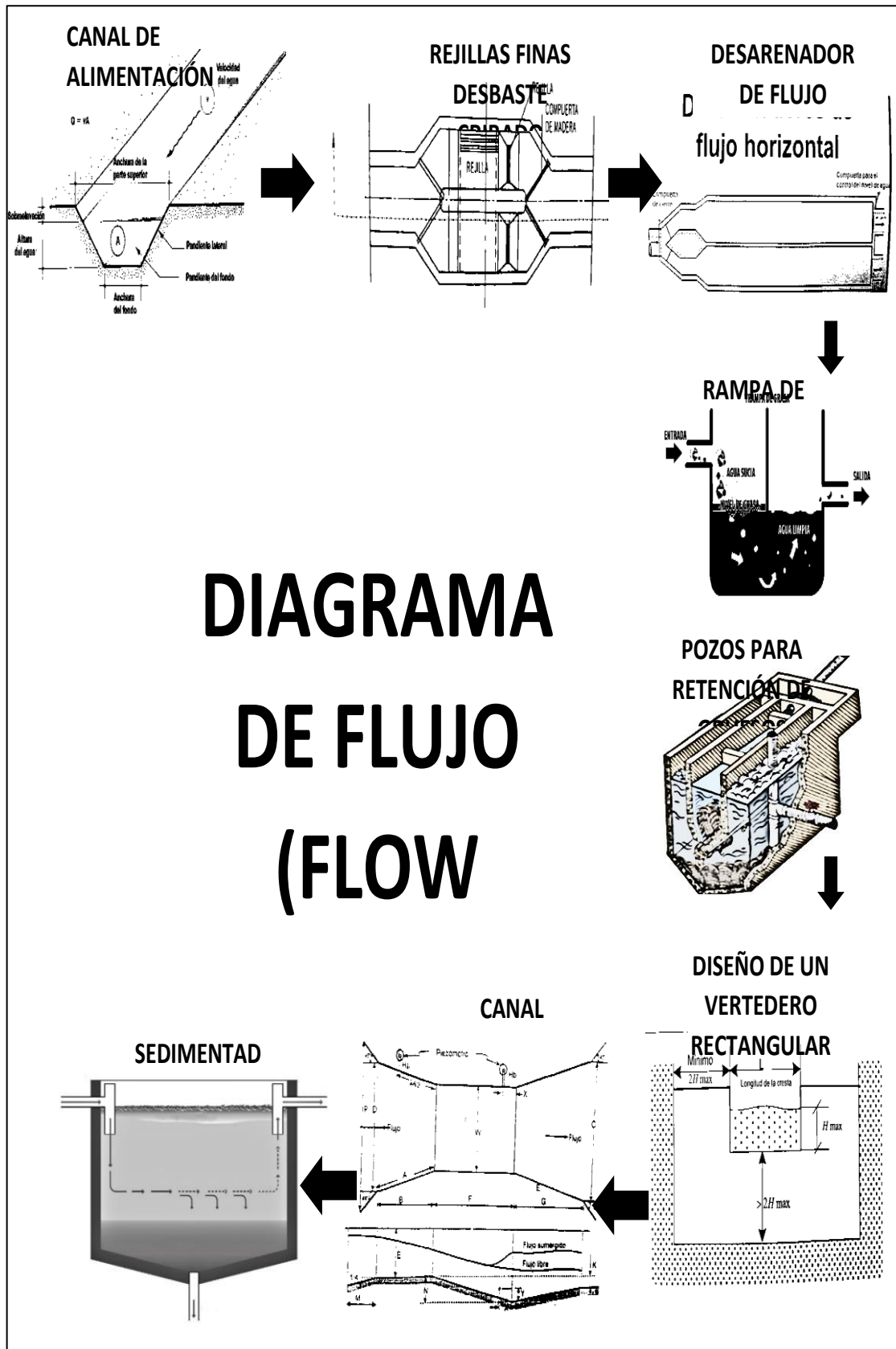


DIAGRAMA DE FLUJO (FLOW

ANEXO 13. Fotografías de área de estudio, muestreo y análisis realizados



13.1: Muestreo de agua Punto (1)



13.2: Muestreo Punto (2)



13.3: Preparación de la muestra para análisis



13.4: Titulación de las muestras



13.5: Muestra final de alcalinidad



13.6: Muestra final de Calcio



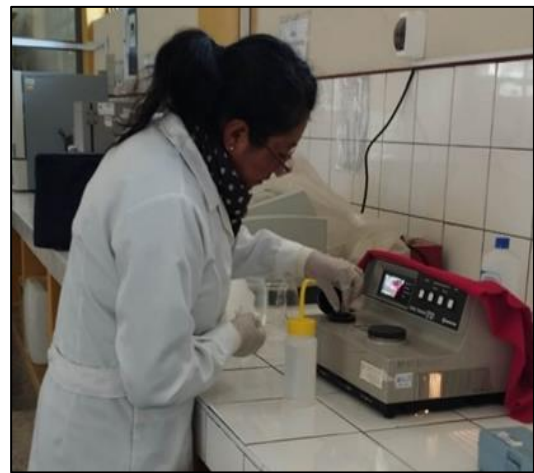
13.7: Muestra final Dureza total



13.8: Muestra final de cloruro



13.9: Lectura de transmitancia de sulfatos en el espectrofotómetro



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO MEDIANTE EL MÉTODO NMP



13.10: Muestras de agua



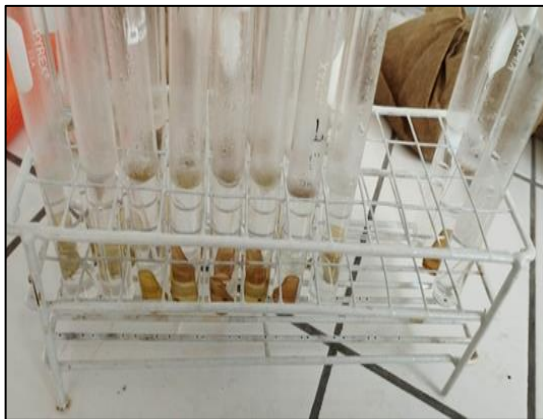
13.11: Equipo de autoclave para materiales a utilizar



13.12: Tubos de ensayo retirados de la autoclave



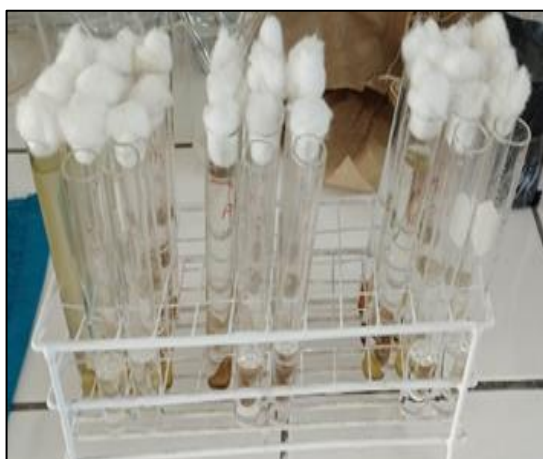
13.13: Agregando la muestra a los tubos de ensayo



13.14: Muestras lista para incubación



13.15: retirando muestras después de 24h





ANEXO 14. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ROBALDO FUENTES TTUPA
identificado con DNI 71132337 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" EVALUACION Y CUANTIFICACION DEL NIVEL DE CONTAMINACION
POR VERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA LAGUNA
DE OXIDACION AL RIO ILQUE "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

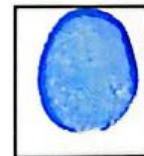
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 20 de Diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Virginia Larico Ilaguita,
identificado con DNI 46752005 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN
POR VERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA
LAGUNA DE OXIDACIÓN AL RÍO ILAVO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 20 de Diciembre del 2024

(Firma)
FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 15. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RONALDO FUENTES TTURA
identificado con DNI 71132337 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Química.

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"EVOLUCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN
POR UERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA LAGUNA
DE CREACIÓN AL RÍO ILOVE"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 20 de Diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Virginia Larico Ilaquta
identificado con DNI 4675 2005 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“EVALUACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN
POR VERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA
LAGUNA DE OXIDACIÓN AL RÍO ILAVO”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 20 de Diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella