



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN FACULTATIVA
DEL CENTRO POBLADO DE SALLACONI, 2022

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RICHER CONDORI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN FACULTATIVA DEL CENTRO POBLADO DE SALLACONI, 2022

AUTOR

RICHER CONDORI MAMANI

RECuento DE PALABRAS

14750 Words

RECuento DE CARACTERES

80266 Characters

RECuento DE PÁGINAS

116 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

22.2MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 5, 2023 4:02 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 5, 2023 4:04 PM GMT-5

● **13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 12% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



Mg Roberto Alfaro Alejo
INGENIERO AGRICOLA
Reg CIP N° 63562



D. Sc. Velarde Joaquín Edilberto
DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Resumen



DEDICATORIA

En memoria a mi padre Valeriano †, quien me guio y acompaño día a día y me dio luz y fuerza para realizar los ideales que hoy he alcanzado.

Gracias a mi madre Sabina, quien fue mi mayor apoyo, amiga, compañera y mujer luchadora que trabajo arduamente para que yo estudiara.

Tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitan, te lo agradezco muchísimo Yaneth Eres mi amor, mi fuerza y mi ilusión, deseo una larga vida a tu lado, porque eres una mujer especial y maravillosa.

Agradezco a mi país, Perú, por el cobijo, desarrollarme libremente de continuar con mi formación profesional y esforzarme todos los días para mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural.

Gracias a mis amigos de la Ingeniería Agrícola que me han apoyado incondicionalmente y me han permitido convertirme en un profesional.

Richer Condori Mamani



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, al personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería Agrícola, por los conocimientos básicos brindados y apoyo constante en mi formación profesional.

Al Dr. Roberto Alfaro Alejo, por su apoyo constante como director de tesis, en el presente trabajo.

A mis compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, que tuvieron el honor de investigar con una tesis para aportar conocimientos e informaciones nuevas para el desarrollo de la ingeniería en nuestro país.

Richer Condori Mamani



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15

1.1.1. Problema general 16

1.1.2. Problema específico..... 16

1.2. HIPÓTESIS 17

1.2.1. Hipótesis general 17

1.2.2. Hipótesis específicas..... 17

1.3. JUSTIFICACIÓN 17

1.4. OBJETIVOS 18

1.4.1. Objetivo general 18

1.4.2. Objetivos específicos 18

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 19

2.1.1. Internacionales..... 19



2.1.2. Nacionales	21
2.1.3. Regionales	22
2.2. MARCO TEÓRICO.....	26
2.2.1. Planta de tratamiento de aguas residuales	26
2.2.1.1. Pretratamiento	26
2.2.1.2. Tratamiento primario	26
2.2.1.3. Tratamiento secundario	27
2.2.1.4. Tratamiento terciario	27
2.2.2. Estanques de estabilización de aguas residuales	28
2.2.3. Lagunas de estabilización	29
2.2.3.1. Proceso anaerobio	29
2.2.3.2. Proceso aerobio	30
2.2.3.3. Laguna facultativa	30
2.2.4. Aguas residuales	32
2.2.5. Clasificación de Aguas residuales	32
2.2.6. Composición de las aguas residuales	33
2.2.7. Mecanismo de tratamiento mediante lagunas.....	34
2.2.8. Método Potenciómetro	37
2.2.9. Método Multiparámetro.....	38
2.2.10. Método Gravimétrico	38
2.2.11. Método del Número Mas Probable.....	38
2.2.12. Eficiencia del tratamiento.....	39
2.2.13. Límites Máximos Permisibles (LMP)	39
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	40
2.3.1. Eficiencia	40



2.3.2. Caudal.....	41
2.3.3. Temperatura.....	41
2.3.4. pH.....	41
2.3.5. Coliformes Termotolerantes	41
2.3.6. Afluente	42
2.3.7. Efluente.....	42
2.3.8. Lagunas facultativas	42
2.3.9. Laguna de oxidación.....	42

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1.1. Límites.....	45
3.1.2. Vías de comunicación y accesibilidad.....	45
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	46
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	47
3.4.1. Población	47
3.4.2. Muestra.....	47
3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	49
3.5.1. Información Base.....	49
3.5.2. Características Generales.....	49
3.5.2.1. Realizar el diagnóstico de la infraestructura existente y características de la PTAR del Centro Poblado Sallaconi.....	49



3.5.2.2. Determinar la eficiencia en el tratamiento de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos en las lagunas de oxidación facultativa del centro poblado de Sallaconi.	50
3.5.2.3. Medición del caudal	52
3.5.2.4. Método de análisis de datos	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DEL CENTRO POBLADO DE SALLACONI.....	54
4.2. EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN FACULTATIVA DEL CENTRO POBLADO DE SALLACONI.	63
V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	74
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	82

Área: Ingeniería y tecnología

Línea: Recursos hídricos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 08 de junio del 2023



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características de diseño y desempeño de los sistemas con lagunas.....	31
Tabla 2.	Principales contaminantes de las aguas residuales	34
Tabla 3.	Límites máximos permisibles para efluentes de PTAR.....	40
Tabla 4.	Precipitación, temperatura, humedad promedio por mes en la estación meteorológica Upina.....	44
Tabla 5.	Acceso a la comunidad de Sallaconi, distrito de Usicayos.....	46
Tabla 6.	Coordenadas de los puntos de muestreo	48
Tabla 7.	Parámetros y métodos para el análisis físico de las aguas residuales	51
Tabla 8.	Medición de Caudal de las lagunas de oxidación Sallaconi (Afluente).....	55
Tabla 9.	Medición de Caudal de las lagunas de oxidación Sallaconi (Efluente).....	56
Tabla 10.	Características de las lagunas de oxidación	57
Tabla 11.	Características de las aguas residuales de la laguna N° 01(Muestra 02)	61
Tabla 12.	Características de las aguas residuales de la laguna N° 02 (Muestra 03)	62
Tabla 13.	Comparación con los LMP en la laguna 1	63
Tabla 14.	Comparación con los LMP en la laguna 2	65
Tabla 15.	Eficiencia del efluente de la laguna N° 1	67
Tabla 16.	Eficiencia del efluente de la laguna N° 2	68
Tabla 17.	Análisis estadístico.....	69



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Disposición de una PTAR con diseño mejorado.	28
Figura 2.	Mecanismo de simbiosis algas-bacterias en lagunas	35
Figura 3.	Procesos de eliminación de metales pesados mediante algas.	36
Figura 4.	Ubicación del Centro Poblado Sallaconi	43
Figura 5.	Ubicación de las lagunas de oxidación	43
Figura 6.	Diagrama del proceso realizado en el estudio	49
Figura 7.	Caudales identificados en el afluente en distintos tiempos	55
Figura 8.	Caudales identificados en el efluente en distintos tiempos.	56
Figura 09.	Falta de mantenimiento en la Cámara de Entrada (Buzoneta)	59
Figura 10.	Presencia de viviendas a inmediaciones de las lagunas de oxidación	60
Figura 11.	Presencia de ganado a inmediaciones de las lagunas	60
Figura 12.	Variación de afluente y efluente en la laguna 1	64
Figura 13.	Variación de afluente y efluente en la laguna 1 en C. termotolerantes	64
Figura 14.	Variación de afluente y efluente en la laguna 2.....	66
Figura 15.	Variación de afluente y efluente en la laguna 2 en C. termotolerantes	66
Figura 16.	Ubicación de las lagunas de oxidación	83
Figura 17.	Presencia de residuos en las rejillas.....	83
Figura 18.	Vertido de las aguas residuales (Rio Usicayos).....	84
Figura 19.	Medición de la laguna de oxidación	84
Figura 20.	Ausencia de cerco de protección en la laguna de oxidación	85
Figura 21.	Medición de parámetros de campo en las lagunas de oxidación	85
Figura 22.	Medición de los parámetros en la laguna 2	86
Figura 23.	Recolección de muestras para su posterior análisis	86
Figura 24.	Se observa el buzón recolector y el entorno del área de influencia.....	87



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno
- DQO: Demanda Química de Oxígeno
- EPS: Empresa Prestadora de Servicios
- LMP: Límites Máximos Permisibles
- MINAM: Ministerio del Ambiente
- NMP: Número Mas Probable
- OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- pH: Potencial de Hidrógeno
- PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- SST: Sólidos Totales Suspendidos
- CT: Coliformes Termotolerantes



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general determinar la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación facultativa, como objetivos específicos realizar el diagnóstico de la infraestructura existente y características de la laguna facultativa del Centro Poblado Sallaconi y determinar la eficiencia en el tratamiento de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Para lo cual se tomó muestras del afluente y efluente de la laguna. Aplicando las metodologías estandarizadas de análisis de laboratorio, los valores se compararon con los límites máximos permisibles de acuerdo al Decreto Supremo 003-2010. Como resultado del diagnóstico se obtuvo que las lagunas de facultativas se encuentran en mal estado, a la vez estas no cuentan con un mantenimiento adecuado, presento animales alrededor y no cuentan con algún cerco de protección. Nos indica en resultados, que la eficiencia en el tratamiento de las lagunas de oxidación indica que en parámetros de DBO presento una eficiencia de 58.3%, DQO 82.95% correspondiendo a la laguna 01, no obstante, aceites y grasas, C. Termotolerantes, STP no presentan eficiencia para el tratamiento de aguas residuales en la laguna de oxidación. Para la laguna 02 presento una eficiencia solo en DBO con 47.57%, en parámetros como aceites y grasas, C. Termotolerantes, DQO, pH, STS y temperatura no indican eficiencia. Se concluye que las lagunas de oxidación que trata las aguas residuales del Centro Poblado de Sallaconi, en el mantenimiento y operatividad es deficiente, mostrando un riesgo sanitario elevado.

Palabras Clave: Aguas residuales, coliformes termotolerantes, DBO, eficiencia, laguna facultativa.



ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the efficiency of wastewater treatment in the facultative oxidation lagoons, and the specific objectives are to diagnose the existing infrastructure and characteristics of the facultative lagoon of the Sallaconi settlement and to determine the efficiency in the treatment of physicochemical and bacteriological parameters. Samples were taken from the lagoon's influent and effluent. Using standardized laboratory analysis methodologies, the values were compared with the maximum permissible limits according to Supreme Decree 003-2010. As a result of the diagnosis, it was found that the facultative lagoons are in poor condition and that they are not properly maintained, have animals around them and do not have any protective fencing. The results indicate that the treatment efficiency of the oxidation lagoons shows a BOD efficiency of 58.3%, COD 82.95% for lagoon 01, however, oils and fats, C. thermotolerants, and PTS are not efficient for wastewater treatment in the oxidation lagoon. Lagoon 02 showed efficiency only in BOD with 47.57%, in parameters such as oils and fats, C. Thermotolerans, COD, pH, STS and temperature, they do not show efficiency. It is concluded that the maintenance and operation of the oxidation lagoons that treat wastewater from the Centro Poblado de Sallaconi is deficient, showing a high sanitary risk.

Keywords: BOD, Coliforms, Efficiency, Facultative Pond, thermotolerant, Wastewater.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Se extrae al año 3,928 km³ de agua dulce, estimando un 44 % de dicha agua (1,716 km³ al año) consumiendo de forma principal en la agricultura mediante la evaporación de la tierra de cultivo irrigadas. El 56 % restante (2,212 km³ al año) se libera en el medio ambiente como aguas residuales en forma de efluentes municipales e industriales y agua de drenaje agrícola (Organización de las Naciones Unidas, 2017). Las lagunas de estabilización son métodos simples para el tratamiento de aguas residuales existentes, se constituyen poco profundas cercanas por taludes de tierra, mayormente poseen forma cuadrada y rectangular, la eficiencia de depuración del agua residual en lagunas de estabilización ampliamente va depender de las condiciones climáticas de la zona, frecuencia, radiación solar, frecuencia y fuerza de los vientos locales. Por lo cual se planteó como objetivo principal, el determinar la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales en las lagunas facultativas del centro poblado de Sallaconi, 2022. Para lo cual, se recopiló información de las instituciones, artículos, libros, incluido el desarrollo de este estudio.

El trabajo de investigación a continuación se mencionan cuatro capítulos: el capítulo I contempla la introducción y definir el problema de investigación, formulando problemas, justificaciones y definir objetivos a alcanzar, lo que enfatiza la importancia de la investigación. Así mismo el capítulo II, detalla temas relacionados al objeto de investigación, contexto de investigación, base teórica y terminología básica, prosiguiendo con el capítulo III, donde se considera la apariencia metodológica de la investigación donde se precisó el tipo y diseño de la investigación, técnicas y herramientas, población y muestra, trámite y procesamientos de datos. Y el capítulo IV, donde se detalla el



resultado a los que se ha llegado en este trabajo de investigación, y la discusión respectiva. Al finalizar, los principales hallazgos y recomendaciones de la investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial se ha venido mostrando gran interés en el desarrollo de sistemas y/o tecnologías para el tratamiento de agua residuales, puesto que existe problemas de abastecimiento y disponibilidad hídrica a nivel internacional. Las instalaciones de tratamiento de aguas residuales tienen altos costos operativos y son importantes usuarios de energía, por lo que menos del 38 % de las aguas residuales municipales e industriales generadas por los países en desarrollo se someten a algún tipo de tratamiento (Kadri et al., 2021).

Son diversos los países que no cuentan con un adecuado sistema de tratamiento de agua residual y en algunos casos carecen de ello, son los casos de países pertenecientes al tercer mundo. Debido a ello se van indagando alternativas de tratamiento para aguas residuales de bajo costo para reutilizarlas en otra actividad (Qadir, 2019)

A nivel nacional, en el Perú una persona genera un promedio de 136 – 145 L/Hab/día de agua residual, hasta el año 2012 en el Perú se descargó 2.217.946 m³/día de agua residual por día a la red de alcantarillado de las Empresa Prestadora de Servicio (EPS) de los cuales solo 709.743 m³ son tratados, lo cual representa solo el 32% del total de aguas residuales generadas. La Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos (DCERH) indica que hasta el 2017 identificó 4 708 fuentes contaminantes a nivel nacional, distribuidos en 7 tipos de vertimientos de aguas residuales, constituyendo un 3 365 el mayor número de fuentes de contaminantes (El Peruano, 2021).

El organismo de evaluación y fiscalización ambiental prevé que para el año 2024 se aumentara la generación de agua residual alcanzando el valor de 4.842.579 m³/día



(Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014). En el Perú existen diversas zonas tanto como urbanas y rurales donde la descarga de agua residual es directa sin antes ser tratadas previamente, estas son vertidas a cualquier cuerpo receptor de recurso hídrico causando deterioro en la salud y el ecosistema.

Las aguas residuales domésticas poseen elevadas concentraciones de DBO o materia orgánica biodegradable, bacterias y coliformes, cuando son descargadas de forma directa en aguas superficiales, cuando la DBO agota las concentraciones de Oxígeno disuelto en el cuerpo receptor, lo que condiciona la muerte de fauna y flora, siendo así la razón principal para disminuir las concentraciones de materia orgánica en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas (Larico, 2017), como es el caso de las lagunas de oxidación donde vierten sus aguas hacia el río de Usicayos. Teniendo un incremento en el volumen de aguas residuales, tanto que hasta el momento que se realizó el estudio no posee suficiente información sobre el funcionamiento y calidad de las lagunas, provocando presencia de olores y así mostrando incomodidad en los pobladores ya que alrededor existe actividades agrícolas, presencia de habitantes y a 30 m de las lagunas la existencia de un puesto de salud, es por eso que se plantea la investigación presente.

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales en las Lagunas facultativas del centro poblado de Sallaconi, 2022?

1.1.2. Problema específico

- ¿Cuál es el estado situacional de la infraestructura existente y características de la PTAR del centro poblado de Sallaconi?



- ¿Cuál es la remoción en el tratamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las lagunas de oxidación facultativa del centro poblado de Sallaconi?

1.2. HIPÓTESIS

1.2.1. Hipótesis general

La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas facultativas del centro poblado Sallaconi 2022, no es significativo

1.2.2. Hipótesis específicas

- La situación actual de la infraestructura de las lagunas de oxidación facultativa en el Centro Poblado de Sallaconi, se encuentra en malas condiciones.
- La remoción en el tratamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las lagunas de oxidación facultativa del centro poblado de Sallaconi, es superior al 50 %.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La disponibilidad y la calidad del recurso hídrico se van escatimando año tras años esto debido a distintos factores, entre ellos se encuentra la inadecuada disposición de las aguas residuales ya que en muchos casos estos no son tratadas previamente antes de ser descargadas, lo cual es el caso del centro poblado de Sallaconi. Ante ello se hace la propuesta de determinar la eficiencia del tratamiento de la laguna de oxidación del centro poblado de Sallaconi. Donde se analizará los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua, de las cuales serán comparados con los límites máximos permisibles, asimismo nos permite lograr que la PTAR realice el tratamiento de aguas residuales adecuadamente y que el efluente no supere los Límites Máximos Permisibles.



La descontaminación es crucial en las lagunas de oxidación, ya que sus aguas pueden ser reutilizadas para actividades agrícolas contribuyendo así a la utilización de las lagunas, especialmente en periodos de sequía donde se presencia escasez de agua para riego y la sostenibilidad del medio ambiente, sin representar ningún peligro para la vida humana.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales en las Lagunas facultativas del centro poblado de Sallaconi, 2022

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la infraestructura existente y características de la PTAR del Centro Poblado Sallaconi.
- Evaluar la remoción en el tratamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las lagunas de oxidación facultativa del Centro Poblado Sallaconi.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacionales

Matsumoto y Sánchez (2015) realizaron una investigación titulada “Eficiencia del tratamiento de aguas residuales por lagunas facultativas e implicaciones en la salud pública”, donde tuvieron como objetivo principal evaluar la Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR) de Ilha Solteira (SP) en relación a su eficiencia, acumulación de lodos y los posibles efectos en la salud pública producidos por la calidad del efluente final. Determinó que pese a que la carga orgánica efluente se encontró dentro de los rangos recomendados, la eficiencia de remoción de la DBO de 78% estuvo cerca lo permitido por la legislación brasilera; la cantidad de C. totales y fecales, como las concentraciones de sólidos totales en el efluente se mantuvo por encima de los valores aceptados; no obstante, la concentración de sólidos sedimentables cumplió con la norma ambiental teniendo valores menores a 1,0mL/L. Indica los resultados que la estación necesita control operacional y mantenimiento más eficientes. Se evidenció la necesidad de implementar un sistema de pos tratamiento que certifique la reducción de los impactos ambientales derivados por los efluentes y los riesgos a la salud pública tanto en la zona de descarga como aguas abajo del punto de vertimiento final.

Patrón (2010) en la investigación que lleva por título “Evaluación preliminar de la eficiencia en las lagunas de oxidación de la ciudad de Mérida, Yucatán” se evaluó la calidad del agua en las lagunas de oxidación de la ciudad



de Mérida, Yucatán, a través de los análisis realizados de 2002 a 2008 por diferentes laboratorios. Los parámetros considerados fueron los coliformes fecales, la demanda bioquímica de oxígeno, el fósforo y el nitrógeno total, grasas y aceites, los sólidos suspendidos totales y sedimentables, el pH, la temperatura y la materia flotante. Se obtuvo el porcentaje de remoción considerando los datos en la laguna de inicialización y en la de finalización, también de comparar los resultados con los Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Registró elevados porcentajes de remoción de contaminantes, pero concentraciones en el efluente superiores a los límites en la norma. Las lagunas de oxidación no están marchando apropiadamente y representan una fuente de contaminación al ambiente.

Desye et al. (2022) basado en ensayos de laboratorio de 60 muestras de aguas residuales, encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en la eficiencia de remoción de DBO_5 hasta 75.3% (117 mg/L efluente) y DQO hasta 56.5% (457.5 mg/L efluente). Una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en la eficiencia de eliminación de nitrógenos totales hasta el 79 % (17,4 mg/L de efluente), PT hasta el 69,2 % (4,8 mg/L de efluente) y PO_4^{-3} hasta el 71 % (3,36 mg/L de efluente). Considerando que, una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en la eficiencia de remoción de coliformes totales hasta 99.99% (3.4×10^3 NMP/100 mL efluente) y coliformes fecales hasta 94.3% (8.54×10^2 NMP/100 mL efluente). La eficiencia general de la planta de tratamiento fue del 73,5 % y su índice de calidad del agua de efluentes de la laguna de estabilización fue de 30. El hallazgo mostró que la eficiencia de la laguna de estabilización se consideró satisfactoria y que la calidad del agua efluente de la laguna de estabilización no es adecuada para la descarga. en el medio ambiente.



Por lo tanto, para mejorar la eficiencia y producir agua tratada adecuadamente, se requería un tratamiento preliminar adecuado, modificación del diseño, eliminación de lodos de la laguna, tratamiento adicional y monitoreo y mantenimiento frecuentes de la laguna.

2.1.2. Nacionales

Rodríguez et al. (2017) realizaron una investigación titulada “Eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales domésticas, localidad de Huaru-Cusco”, donde el objetivo fue examinar la eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales domésticas en la población de Huaru, provincia Quispicanchis, región Cusco. Según el análisis bacteriológico todos los valores del NMP/100ml de Coliformes Termotolerantes del afluente, efluente y vertimiento superan los Límites Máximos Permisibles, resultados inadecuados para vertidos a cuerpos de agua natural, NO APTAS para riego de vegetales. De acuerdo al análisis físico-químico y bacteriológico las aguas del río Huaroarriba del punto de vertimiento, los valores se encuentran por debajo de los LMP, siendo APTA para riego Agrícola; sin embargo a partir del punto de vertimiento aguas abajo a pesar de que los valores de los parámetros fisicoquímicos están por debajo de los LMP, los valores de Coliformes Termotolerantes son 4.5×10^6 NMP/100ml (vertimiento) y 5.4×10^4 NMP/100ml (río Huaru), superan los LMP, siendo inadecuado para riego de vegetales.

Mota (2017) en su investigación “Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma-2017”, tuvo como objetivo general evaluar el Sistema de Tratamiento de Aguas. En su resultado ha obtenido DBO5 66.67 % y 69.88%; sólidos totales suspendidos 75.23 % y 87.84%; aceites y grasas 82.76 % y 0.44%; DQO 66.56 % y 73.45%;



coliformes termo tolerantes 62.86 % y 31.43%, perteneciente a la laguna 1 y 2. En el afluente de la laguna 1 y 2, DBO 210 y 986; STS 218 y 370; aceites y grasas 58 y 75; DQO 320 y 1627; Coliformes termotolerantes 35000000 y 35000000. Efluente, DBO 70 y 297; STS 54 y 45; aceites y grasas 10 y 42; DQO 107 y 432; Coliformes termotolerantes 13000000 y 24000000. Se concluye, que el sistema de tratamiento actualmente se encuentra en mal funcionamiento, ya que según los trabajos de campo y muestreos realizados en el agua residual se determinó que las obras del sistema no están cumpliendo con la función para la que fueron diseñadas y lo que es peor aún no cumple con los LMP y el ECA.

2.1.3. Regionales

Callata (2017) en la investigación titulada “Evaluación y propuesta de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ajoyani – Carabaya – Puno” con el objetivo general de evaluar un sistema estable de tratamiento de aguas residuales con estaques utilizado para reducir la contaminación de las aguas residuales en el área del distrito de Ajoyani en términos de calidad de descarga, operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales y proponer estrategias o alternativas para su correcto funcionamiento, la metodología utilizada fue la identificación de sistemas, diagnósticos, registro histórico de datos de campo, frecuencia de muestreo, procesamiento y análisis de parámetros analizados, evaluación de los resultados y recomendaciones para el mejoramiento de aguas residuales en el efluente. Los resultados obtenidos muestran o indica que la eficiencia para DBO es 80.59%, DQO 80.59%, Aceites y grasas posee 0.012mg/L, STS con 7.77%, C. Fecales 41.93% y C. Totales 55.14%. Donde se concluye que el nivel de contaminación no cumple pues los contaminantes potenciales.



Arocutipa (2013) en la investigación denominada “Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia” con el objetivo de realizar la evaluación de la laguna de estabilización y plantear una propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de reducir la contaminación causada por efecto de las descargas de aguas residuales en el distrito de Alto Inambari. Realizo evaluaciones, identificación y la obtención de datos, muestreo en distintos puntos del sistema, posterior a ello realizaron el análisis en laboratorio, donde obtuvo resultados para DBO con 429mg/L para afluente y en el efluente con 276 mg/L. Además, indica que el nivel de contaminación es elevado en comparación a los LMP, pues los potenciales contaminantes DBO y DQO superaron doblemente. Se han identificado las causas del problema y se han examinado las consecuencias que estos factores tienen en la calidad de vida de las personas, así como las fuentes de esos efectos. Por otro lado, la contaminación ambiental también contribuye a la baja calidad de vida de las personas.

Apaza (2021) en el estudio denominado “Evaluación de la eficiencia de los tratamientos biológicos en la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de San José provincia de Azángaro” con el objetivo evaluar la eficiencia de los tratamientos biológicos en la remoción de contaminantes de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de San José. Se tomaron muestras a la entrada de la cámara de rejilla (afluente), a la salida de la cámara de rejilla, a la salida de la cámara de trampa de grasas (efluente), a la salida de trampa de grasa, y a la salida del sedimentador 1, también a la salida del sedimentador 2, a la salida del filtro de arena y grava, a la salida de los filtros percoladores y a la salida de los humedales artificiales con el fin de recopilar la información necesaria



(efluente). Los datos obtenidos demuestran que los tratamientos biológicos eliminan el 94,4% de los aceites y grasas, el 34,71% de la DBO, el 34,32% de la DQO, el 34,02% de los sólidos suspendidos totales y el 99,11% de los sólidos suspendidos totales. Las conclusiones extraídas son que la depuradora del Distrito de San José tiene una mejor eficacia con respecto a la eliminación de aceites y grasas y coliformes termotolerantes y una inferior eficacia en términos de DBO y DQO. El filtro percolador tiene la menor eficiencia del sistema total de tratamiento.

Quispe (2013) en su estudio titulado “Propuesta Metodológica para la evaluación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante lagunas de estabilización -Azángaro”, con el objetivo general formular una propuesta metodológica para la evaluación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante lagunas de estabilización y aplicarla en el sistema tratamiento de aguas residuales domesticas de la ciudad de Azángaro. Encontró que el sistema era ineficiente por que la eficiencia de su eliminación era baja. La eficiencia de procesamiento del sistema de acuerdo con los parámetros estimados es: DBO5 37.04%, DQO 34.06%, Aceites y Grasas 54.04%, Sólidos totales en suspensión 46.41%. Asimismo, se evidenció que los Coliformes Totales fueron removidos en un 69,44% y los Coliformes Fecales en un 63,59%. Al comparar los valores determinados en el efluente con los LMP (límites máximos aceptables) establecidos en el D.S. N° 003 - 2010 - MINAM, se concluye que tiene un alto grado de contaminación ya que los posibles contaminantes (DBO5, DQO). Excede los LMP más de dos veces. Contaminando y por ende efectos sobre los organismos acuáticos en el rio Azángaro.



Castellano y Mamani (2020) realizaron un estudio titulado “Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales por las lagunas de oxidación/estabilización del sector Mukuraya Provincia de Moho, Región de Puno” tuvo como objetivo optimizar el sistema de tratamiento de Aguas Residuales en las lagunas de oxidación/estabilización del sector Mukuraya, Provincia de Moho, Región de Puno, donde se utilizó una investigación pre experimental, cuya muestra fue de 5 litros de agua residual recolectadas de los efluentes de salida de la laguna de oxidación/estabilización, empleándose instrumentos de investigación como la guía de observación y una guía de análisis documental. Las conclusiones más notables fueron que el tratamiento inicial es eficaz, ya que cumple los límites máximos permitidos para los efluentes de agua de las lagunas del sector de Mukuraya. El SST (96,55%), la DBO (96,29%) y la DQO (94,93%) presentaron los porcentajes de eliminación más elevados. El pH (6,98) está dentro del límite permitido, y se deben utilizar 20 ml de mucílago de *Opuntia ficus indica* y 40 ml de sulfato de aluminio para un litro de efluente con una agitación de 5 minutos. Además, se evidenció que en las lagunas solo se realiza un tratamiento preliminar generando impactos ambientales al ambiente, debido a la acumulación de residuos sólidos, deterioro del suelo, contaminación de aguas, entre otros. Así mismo se diseñó una canaleta Parshall. Se llegó a concluir que la utilización del mucílago de *Opuntia ficus indica* y sulfato de aluminio es eficiente para el tratamiento de las aguas residuales (20 ml de mucílago y 40 ml de sulfato de aluminio) para un 1 litro de agua residual.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Planta de tratamiento de aguas residuales

2.2.1.1. Pretratamiento

El objetivo del pretratamiento es evitar que el agua residual se estanque y permitir que fluya libremente a través de una cámara de rejilla (separación de partículas grandes) y un desarenador (eliminación de la arena del agua residual) (Trevi, 2020).

- Rejas: Los impulsores y las carcasas de las bombas se protegen de los daños causados por los componentes gruesos colocando cribas antes de las bombas. Las rejillas están formadas por barras verticales que atrapan restos de verduras, trapos, latas y ramas (Trevi, 2020).
- Desarenador: Para evitar la acumulación de lodos en las tuberías o conductos hidráulicos, esta fase consiste en hacer pasar el agua por depósitos o equipos mecánicos que separan las partículas extremadamente diminutas, como arena y grasa, presentes en el agua (Trevi, 2020).

2.2.1.2. Tratamiento primario

Se encargan de eliminar las partículas en suspensión de las aguas residuales durante el tratamiento primario. El tratamiento primario incluye las siguientes unidades: lagunas de estabilización para la fase anaerobia, decantadores, fosas sépticas, tanques imhoff y otras unidades.

- Lagunas de estabilización: Estanque utilizado para la evacuación de aguas residuales, la estabilización de la materia orgánica y la reducción de bacterias.



- **Tanque Séptico:** Sistema individual de evacuación de aguas residuales para una sola residencia o un grupo de unidades que combina la sedimentación y la digestión. Las partículas sedimentadas y digeridas se retiran manual o mecánicamente de forma regular, y el efluente se elimina por percolación en el suelo disminuyendo de microorganismos y estabilización de materia orgánica
- **Tanque Imhoff:** Son tanques principales de sedimentación con una cámara en el fondo que incorpora la digestión de lodos. En una cámara situada en la parte inferior se integra la digestión de lodos (MVCS, 2009).

2.2.1.3. Tratamiento secundario

Los objetivos del proceso de tratamiento secundario son reducir el contenido biológico de las aguas residuales (que se componen de residuos humanos) y satisfacer la necesidad de oxígeno. Satisfacer la necesidad de oxígeno. Los estanques de estabilización, los humedales artificiales y los lodos activados son algunos de los componentes del proceso de degradación.

- **Filtro percolador:** Un método por el que las aguas residuales sedimentadas se introducen en un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético. La capa cubierta de microorganismos que se forma en el medio filtrante estabiliza el contenido orgánico del efluente (Olmedo, 2019).

2.2.1.4. Tratamiento terciario

Posterior al tratamiento secundario, el objetivo del tratamiento terciario es reducir la carga orgánica restante, que incluye nutrientes, metales pesados, detergentes y otros compuestos peligrosos. Se tienen otros componentes como: Filtraciones, adsorción, humedales artificiales entre otros (Olmedo, 2019).

- Cámara de contacto: Tanque largo donde el producto químico de desinfección está en contacto con las aguas residuales tratadas. Higienizante. La cámara de contacto tiene como fin suscitar el tiempo de contacto necesario para permitir la acción bactericida del cloro con un máximo de eficiencia (Olmedo, 2019).

2.2.2. Estanques de estabilización de aguas residuales

Según Dos Santos y Van Haandel (2021) las lagunas de estabilización de aguas residuales se usan comúnmente para el tratamiento de aguas residuales. Estos sistemas están compuestos por una serie de estanques: lagunas anaeróbicas, lagunas facultativas y lagunas de maduración. Las lagunas de estabilización, generalmente producen efluentes de buena calidad en términos de materia orgánica y eliminación de patógenos, pero su aplicación tiene desventajas. Las desventajas más graves son un largo tiempo de retención, la liberación de biogás y la imposibilidad de eliminar los nutrientes. Una alternativa prometedora al uso de la laguna de estabilización es reemplazar la laguna anaeróbica y la laguna facultativa con un reactor de manto de lodo anaeróbico de flujo ascendente (UASB), con las ventajas de reducir en gran medida el tiempo de retención y la captura de biogás..

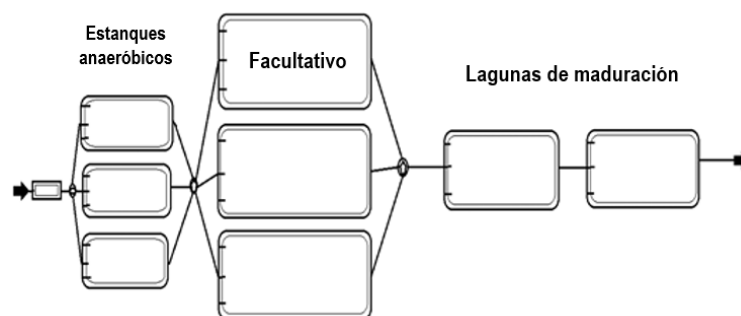


Figura 1. Disposición de una PTAR con diseño mejorado
Fuente: (Achag et al., 2021)



2.2.3. Lagunas de estabilización

Se considera el más adecuado para las circunstancias económicas de las comunidades de bajos ingresos, ya que se trata de un sistema natural con gastos de funcionamiento baratos. Una de las mejores respuestas al problema de la salud humana se encuentra ahora entre las personas de bajos ingresos. Una laguna de estabilización de aguas residuales es una construcción de embalse sencilla con una profundidad de 1 a 4 metros, un tiempo de retención de 1 a 40 días y una profundidad de 1 a 4 m. El objetivo explícito de las lagunas de estabilización es asegurarse de que las aguas que se acumulan en ellas c/umplen una serie de parámetros cuantitativos establecidos por ley y permiten su vertido al medio receptor sin causar problemas ambientales adicionales. Incluso pueden utilizarse para el riego de cultivos en general (Satalaya, 2015).

La autodepuración, o estabilización natural, se produce cuando las aguas residuales se vierten en estanques, lagunas o lagunas de estabilización, que implica la aparición de fenómenos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos. Existen fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Las métricas que más se han utilizado para evaluar las condiciones de trabajo y el rendimiento de las lagunas de estabilización son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el número más probable de coliformes fecales (NMP CF/100cm³) del agua vertida en la laguna y del efluente de la misma (Satalaya, 2015).

2.2.3.1. Proceso anaerobio

Este método lleva más tiempo y puede producir olores desagradables. Cuando la entrada de oxígeno disuelto supera la absorción de oxígeno disuelto en la masa de agua debido a la fotosíntesis de las algas y el oxígeno disuelto, se



desarrollan condiciones anaeróbicas y la laguna se vuelve gris. La laguna adquiere un tono gris oscuro como resultado de la fotosíntesis que realizan las algas y el oxígeno disuelto (Satalaya, 2015).

2.2.3.2. Proceso aerobio

La descomposición de la materia orgánica, que se produce en una masa de agua que contiene materia orgánica y oxígeno disuelto, es lo que distingue a este proceso. Se trata de un proceso bacteriano aeróbico o aerobio que utiliza oxígeno disuelto que desarrollan sustancias químicas inorgánicas que proporcionan nutrientes a las algas, que a su vez generan algas, que a su vez producen oxígeno que ayuda a la función de las mismas bacterias.

2.2.3.3. Laguna facultativa

Las lagunas facultativas podrían funcionar como lagunas con descarga controlada, son las más empleadas y versátiles, generalmente su profundidad oscila de 1,5 a 2,5 m, se desarrolla por la acción de bacterias aeróbicas en la capa superior y de bacterias anaeróbicas o anoxicas en la capa superior y de bacterias anaeróbicas o anoxicas en la capa inferior. Los sólidos sedimentables son depositados en el fondo de la laguna. La contribución de oxígeno se consigue mediante fotosíntesis y por reaireación natural superficial (Satalaya 2015).

- **Funciones y ventajas de las lagunas facultativas**

Son lagunas construidas diseñadas para el tratamiento de aguas residuales mediante la interacción de la biomasa (de manera principal bacterias y algas). La función real del proceso es estabilizar la materia orgánica y remover los patógenos de las aguas residuales una descomposición biológica natural.

De forma normal se diseña el proceso para la remoción de patógenos, DBO y sólidos suspendidos. En dicho curso el termino lagunas de estabilización incluye lagunas anaeróbicas, facultativas y lagunas de maduración.

Las lagunas facultativas se caracterizan por poseer una zona aeróbica en el estrato superior, en donde hay la simbiosis entre algas y bacterias, y una zona anaeróbica en el fondo inferior

Tabla 1. Características de diseño y desempeño de los sistemas con lagunas

Características	Clase de laguna		
	Aerobia	Facultativa	Aireada con mezcla parcial
Objetivo de tratamiento	Secundario	Secundario, preliminar a un sistema de disposición sobre el suelo	Secundario, pulimiento preliminar a un sistema de disposición sobre el suelo o tratamiento
Clima necesario	Cálido	No requiere	No requiere
Tiempo de retención (días)	5-10	25-180	3-20
Profundidad (metros)	1 – 1,5	1,5-2,5	2-6
Características del afluente (mg/L)			
DBO	20-40	30-40	20-40
DQO	80-140	40-100	30-60

Fuente: (Toscano, 2014)

Las lagunas de estabilización de aguas residuales son tecnologías naturales que se pueden instalar en sistemas de alcantarillado centralizados o semicentralizados para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, aguas residuales y lodos, etc. Las lagunas son altamente eficientes, simples de construir, de bajo costo y fáciles de operar. La simbiosis algas-bacterias en lagunas lo convierte en un proceso de tratamiento completamente natural por lo que se vuelve económico en comparación con otras tecnologías de tratamiento



en términos de su costo de mantenimiento y requerimiento de energía (Mahapatra, Samal, et al., 2022).

Dependiendo de la calidad del efluente final requerido, las lagunas se pueden usar individualmente o conectados en una serie de anaeróbicos, lagunas facultativas y de maduración (Kadri et al., 2021).

2.2.4. Aguas residuales

Son aguas procedentes de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una mezcla de ellas, sin tratamiento posterior a su uso, los distintos tipos de aguas residuales reciben nombres descriptivos de acuerdo a su procedencia, siendo así una de sus características típicas la presencia de sustancias consumidoras de oxígeno en comparación con el agua (Satalaya, 2015)

2.2.5. Clasificación de Aguas residuales

a. Aguas residuales domésticas

No existe una clara distinción entre aguas residuales domésticas y las aguas residuales municipales, aunque últimamente incluyen una cantidad desconocida de agua residual industrial, en algunas ciudades el componente industrial es superior al 50 %. Procedentes de zonas de vivienda y de servicios principalmente generadas por el metabolismo humano y actividades domésticas (Monserrate, 2013).

b. Aguas Blancas

Pueden proceder de fuentes atmosféricas (lluvia, nieve o hielo) o de la irrigación y limpieza de calles, parques y espacios públicos; pueden incluir una cantidad considerable de partículas en suspensión y, en regiones de grave contaminación atmosférica, pueden contener determinados metales pesados y otros componentes químicos (Monserrate, 2013).



c. Aguas Residuales industriales

Proceden de residuos industriales o de procesos de fabricación y, según su naturaleza, pueden contener metales nocivos como el plomo, el mercurio, el níquel, el cobre y otros, además de los componentes enumerados anteriormente. Su composición varía mucho en función de la actividad industrial (Portero y Amat, 2017)

d. Aguas residuales agrícolas

De las actividades agrícolas en las regiones rurales; estos fluidos son frecuentemente idénticos en su origen a las aguas urbanas utilizadas para el riego agrícola, con o sin tratamiento previo, en muchos lugares.

2.2.6. Composición de las aguas residuales

Con referencia a la calidad de un río limpio se presenta un DBO5 de no más de 2 mg/L, que por la posibilidad aportación no debe sobrepasar de 4 mg/L. La composición del agua residual hace referencia a las propiedades físicas y a los componentes químico, biológicos y microorganismos patógenos de origen fecal del agua residual, parámetros importantes (Monserrate y Peralta, 2013).

- Físicos: Los componentes físicos de dicha agua son la temperatura, olor, color, los sólidos
- Químicos: Los orgánicos son los más comunes en las aguas residuales
- Biológicos: Los más habituales en estas aguas son animales y plantas.

Tabla 2. Principales contaminantes de las aguas residuales

Contaminante	Fuente	Importancia Ambiental
Sólidos suspendidos	Uso doméstico, desechos industriales y agua infiltrada a la red	Causa depósitos de lodo y condiciones anaerobias en ecosistemas acuáticos
Compuestos orgánicos biodegradables	Desechos domésticos e industriales	Causa degradación biológica que incrementa la demanda de oxígeno en los cuerpos receptores y ocasiona condiciones indeseables
Microorganismos patógenos	Desechos domésticos	Causan enfermedades transmisibles
Nutrientes	Desechos domésticos e industriales	Podrían causar eutrofización
Compuestos orgánicos refractarios	Desechos industriales	Pueden causar problemas de sabor y olor, podrían ser tóxicos o carcinogénicos.
Metales pesados	Desechos industriales, minería, etc.	Son tóxicos, podrían interferir con el tratamiento y uso del efluente
Sólidos inorgánicos disueltos	Debido al uso doméstico o industrial se incrementa con respecto a su nivel en el suministro de agua	Pueden interferir con el uso del efluente

Fuente: (Toscano, 2014)

2.2.7. Mecanismo de tratamiento mediante lagunas

a. Simbiosis algas-bacterias

El desarrollo de un tono verde brillante debido a la presencia de algas es uno de los marcadores del buen funcionamiento de las lagunas facultativas debido a la presencia de algas, un tono verde vivo. Las bacterias y las algas trabajan juntas en una relación simbiótica, lo que resulta en la descomposición de materiales orgánicos. Las bacterias digieren aeróbicamente las moléculas orgánicas utilizando el oxígeno que les proporcionan las algas. Durante este proceso se liberan nutrientes solubles (nitratos, fosfatos) y dióxido de carbono en grandes cantidades. Estos son utilizados por las algas para crecer, de este modo ambas

actividades se benefician mutuamente. La optimización de la ecología en los estanques de tratamiento de aguas residuales suele ser difícil; sin embargo, existe un interés creciente en las oportunidades de que una comprensión más profunda de los procesos microbianos podría contribuir al rendimiento del tratamiento eficaz y resiliente (Coggins et al., 2019)

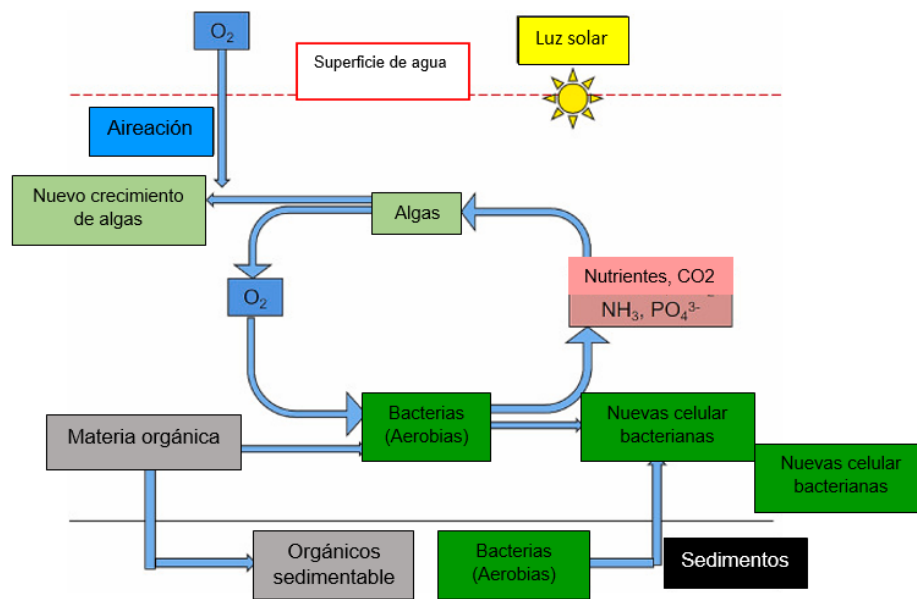


Figura 2. Mecanismo de simbiosis algas-bacterias en lagunas

Fuente: (Mahapatra, Samal, et al., 2022)

b. Absorción de metales pesados

La absorción es el proceso por el cual las moléculas o los átomos de una fase interactúan de forma relativamente igual con los de otra para producir una solución. Se interpenetran casi por igual en las de otra fase, dando lugar a una solución con esta última. El proceso de intercambio iónico implica el intercambio de una sustancia o ion por otro en la superficie de un sólido (Leguía, 2016).

La absorción de metales pesados por parte de las plantas suele ser el primer paso de su entrada en la cadena alimentaria. admisión en la cadena alimentaria. El

movimiento de los metales desde la solución del suelo hasta la raíz de la planta, el paso de los metales a través de las membranas de las células corticales de la raíz, el transporte de los metales a través de las membranas de las células corticales de la raíz a través de las membranas de las células corticales de la raíz, el transporte de los metales desde las células corticales hasta la xilema desde donde la solución de los metales se transporta desde las raíces a las ramas. Los metales pueden ser movilizados desde las hojas hasta los tejidos de almacenamiento utilizados como alimento (semillas, tubérculos y frutos) a través del floema. Los metales se ponen a disposición de los herbívoros y de los seres humanos, directa o indirectamente, a través de la cadena alimentaria, tras ser absorbidos por las plantas (Leguía, 2016).

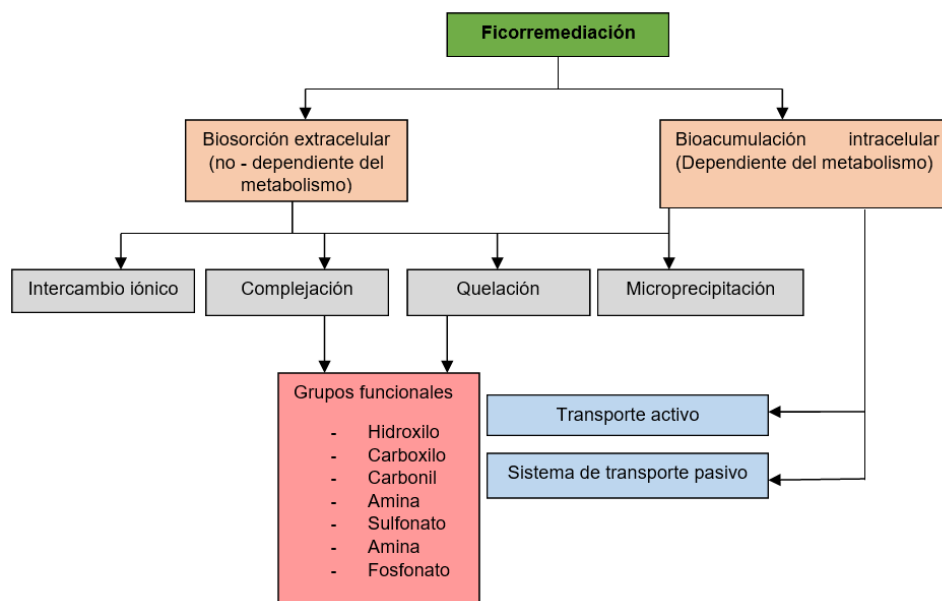


Figura 3. Procesos de eliminación de metales pesados mediante algas.
Fuente: (Mahapatra, et al., 2022)



c. Eliminación de nutrientes

La nitrificación era el primer paso en la eliminación biológica de nutrientes. Sin embargo, en 1976, los procedimientos que combinaban la nitrificación, la desnitrificación y la defosfatación eran la nitrificación, la desnitrificación y la defosfatación. Todos estos sistemas se basan en los procedimientos que se indican a continuación:

- Nitrificación: oxidación prolongada, en condiciones aerobias, del líquido de mezcla después de la eliminación de la materia orgánica. La realizan las bacterias autótrofas.
- Desnitrificación: eliminación del nitrógeno en forma de gas en presencia de materia carbonosa (agua residual) y en condiciones anóxicas.
- 3. Acumulación potenciada de fósforo (luxury uptake, enhanced biological phosphorus removal): acumulación de fósforo en el interior de las células en condiciones aerobias.
- Redisolución de fósforo: liberación de fósforo soluble en el líquido de mezcla a partir de fósforo polimérico acumulado en el interior de las células. Asimilación celular de compuestos orgánicos fácilmente asimilables para almacenarlos como sustancias de reserva. Se realiza en condiciones anaerobias (Knobelsdorf, 2019).

2.2.8. Método Potenciómetro

Se pueden utilizar las medidas potenciométricas directas para completar los análisis químicos de aquellas especies para las cuales existe un electrodo



indicador. La técnica es simple, y requiere sólo la comparación del potencial producido por el electrodo indicador en una solución problema con el potencial que se obtiene cuando se sumerge el mismo electrodo en una solución patrón (Brunatti y De Napoli, 2021).

2.2.9. Método Multiparámetro

Los denominados sistemas multiparámetro permiten determinar automáticamente varios parámetros en una misma muestra y transferir los resultados directamente a un sistema de gestión de la información de laboratorio (LIMS, por sus siglas inglesas). Naturalmente, esto revoluciona el rendimiento de las muestras, reduce la cantidad de muestras necesarias para los ensayos y descarga a los técnicos de laboratorio para poder realizar otras tareas (Toledo, 2015).

2.2.10. Método Gravimétrico

Consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica y por último sin llevar a cabo el análisis por volatilización (Chávez, 2019).

2.2.11. Método del Número Mas Probable

La técnica del NMP es la inoculación de una muestra de agua diluida en tubos que contienen medio de cultivo líquido selectivo, y lo que se busca es saber



si presenta algún tipo de contaminación bacteriana. Es un método de enumeración indirecto, que se basa en la interpretación estadística del crecimiento, o no crecimiento, observado en varias series de tubos, inoculados con volúmenes decrecientes de agua a analizar (López y Uribe, 2015).

2.2.12. Eficiencia del tratamiento

Es la relación que existe entre la masa o cantidad aplicada en un proceso o planta de tratamiento de aguas residuales y para una variable específica, puede simbolizar en porcentaje decimales. La eficiencia del proceso se calcula con la siguiente ecuación (Auccatinco, 2021):

$$E = (S_0 - S) / S_0 \times 100 \quad (1)$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema o componente

S: Contaminante de salida

S₀: Contaminante de entrada

2.2.13. Límites Máximos Permisibles (LMP)

El límite máximo permisibles establecido en el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancia o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan al efluente líquido de actividades que originan contaminación, y cuando exceden por estas, podrían causar daños a la salud, el bienestar humano y al ambiente.

Tabla 3. Límites máximos permisibles para efluentes de PTAR

Parámetro	Unidad	LMP de Efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10,000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6.5 – 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2010)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Eficiencia

El término eficiencia se refiere a los recursos utilizados y a los resultados que se obtienen. También refleja una capacidad o un rasgo crucial, cuya misión es siempre alcanzar objetivos, aunque incluyan condiciones complicadas y altamente competitivas (Lam, R; Hernández, 2020).

Se determinó la capacidad de cada planta en la remoción de los contaminantes evaluados y para determinar la eficiencia se empleó el uso de modelos DEA (Data Envelopment Analysis) propuesto por Farrell (1957) usado para evaluar plantas de tratamiento (Hernandez et al. 2007), empleando los valores de Remoción de los diferentes parámetros de calidad de agua especificados por la normatividad vigente, y la matriz de costos y requerimientos para operar las plantas de tratamiento. Para evaluar la eficiencia considerando los resultados en cantidad removida.



2.3.2. Caudal

Definida como el volumen del agua que pasa por una sección a un determinado tiempo. Medir el caudal posee una importancia decisiva para determinar las cargas hidráulicas y orgánicas, determinar el tiempo de retención y la capacidad de tratamiento de la laguna facultativa aireada (Tirado, 2018).

2.3.3. Temperatura

Es el factor fundamental de las aguas residuales por su impacto sobre las características del agua, sobre las operaciones y proceso de tratamiento como el método de disposición final, la temperatura a la alteración de la vida acuática, modifica la concentración y saturación de oxígeno disuelto y la rapidez de la reacción química y la actividad biológica.

2.3.4. pH

Cantidad de ión hidrógeno en el agua, manifestando como un logaritmo negativo de la cantidad molar del ión hidrógeno, las aguas residuales en cantidades desfavorables del ión hidrógeno son complicadas tratar de manera biológica (Tirado, 2018)

2.3.5. Coliformes Termotolerantes

Son llamados así pues toleran temperaturas hasta 45 °C, son indicadores de calidad ya que son un número muy limitado de microorganismos. Mayormente son la E.Coli y en menor cantidad se encuentran *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* (Tirado, 2018).



2.3.6. Afluente

El afluente se une al efluente en el sitio o zona conocida como confluencia. Líquido o agua que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento (Daviran y Huamani, 2022).

2.3.7. Efluente

Término que se refiere a nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que se emiten por viviendas o industrias generalmente a los cursos de agua, también se refiere al caudal de salida del proceso de tratamiento (Daviran y Huamani, 2022).

2.3.8. Lagunas facultativas

Su ubicación como unidad de tratamiento en un sistema de lagunas puede ser como laguna única o seguida de una laguna secundaria o terciaria, también utilizada como una unidad secundaria (Daviran y Huamani, 2022)

2.3.9. Laguna de oxidación

Excavación de poca profundidad donde se desarrolla una población microbiana que se compone de bacteria, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural los patógenos relacionados con la materia orgánica (SIDE, 2019).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El Centro Poblado de Sallaconi, conforma el distrito de Usicayos; que pertenece a la provincia de Carabaya, Región Puno, y se encuentra ubicada a 260 Km. de la capital Puno.

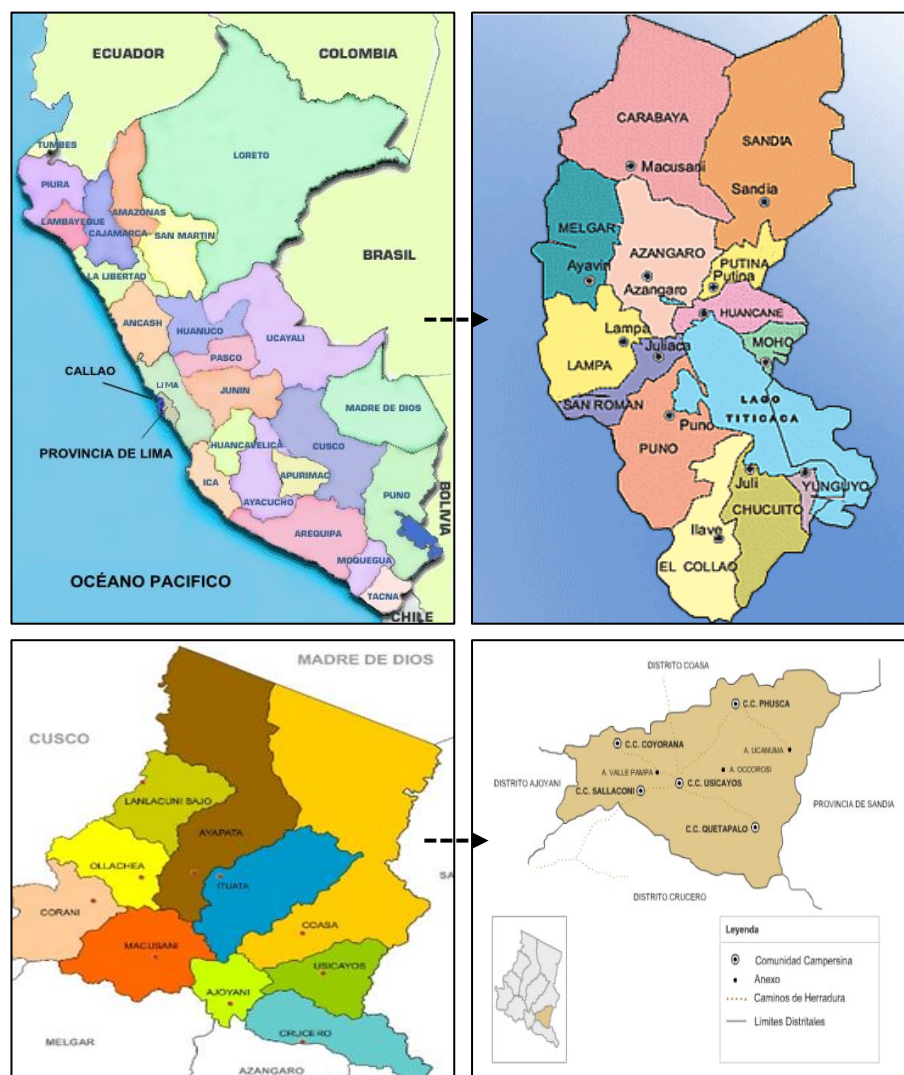


Figura 4. Ubicación del Centro Poblado Sallaconi

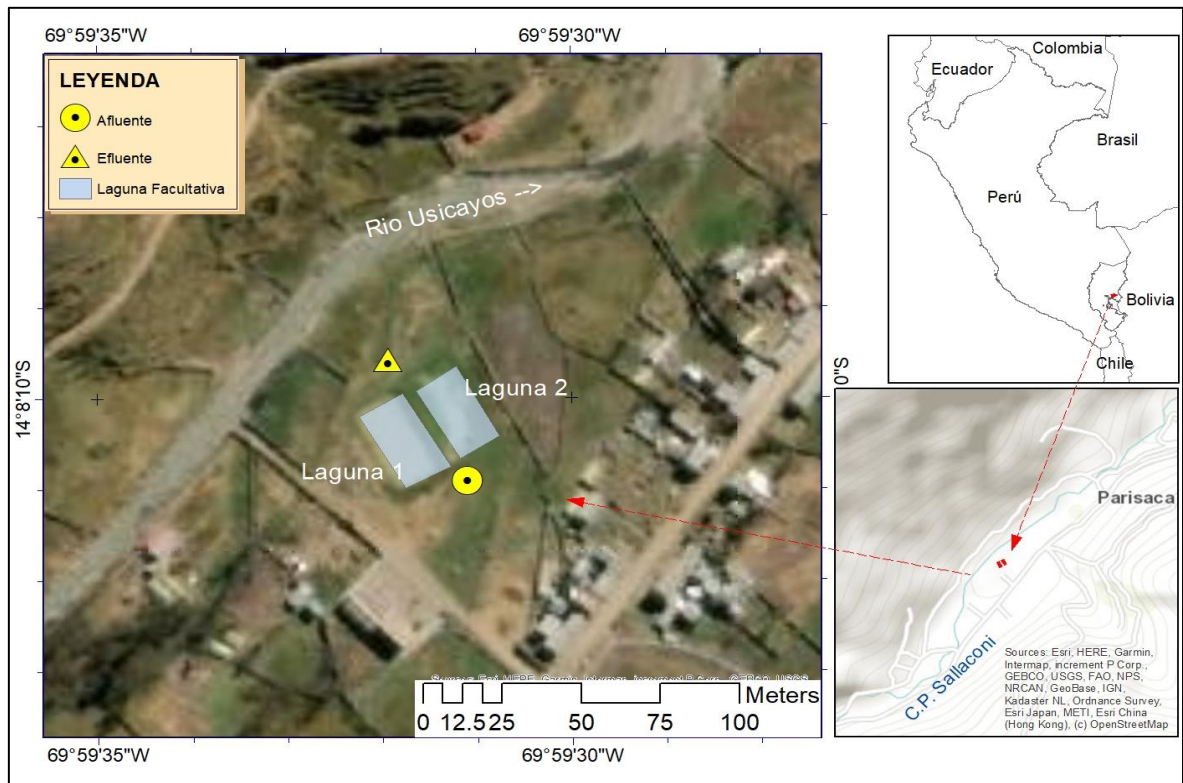


Figura 5. Ubicación de las lagunas de oxidación

Tabla 4. Precipitación, temperatura, humedad promedio por mes en la estación meteorológica Upina.

Precipitaciones (mm)			Temperatura (°C)			Humedad (%)		
Febrero	Marzo	Octubre	Febrero	Marzo	Octubre	Febrero	Marzo	Octubre
0.355	0.13	0.0226	7.06	7.10	6.978	92.625	93.46	85.66

En la tabla 4, se observa la precipitación, temperatura y humedad de los meses que se realizó la medición de caudales y el último mes con presencia de datos en el SENHAMI. Donde en el mes de febrero presentó una precipitación más alta, para temperatura no hay demasiada variación para los 3 meses y para humedad presentó mayor porcentaje en el mes de febrero con 92.62%.



3.1.1. Límites.

Limita por el norte con la Región Madre de Dios, por el Oeste con la región Cusco, por el Este con la provincia de Sandia, y por el sur con las provincias de Melgar, Azángaro y San Antonio de Putina.

3.1.2. Vías de comunicación y accesibilidad

Para llegar al distrito de Usicayos, donde existen dos accesos principales, el primero está constituida por la vía Puno – Juliaca – Pucará – José Domingo Choquehuanca – Tirapata – Asillo – Progreso – San Antón – Centro Poblado Carlos Gutiérrez y Usicayos, la segunda vía está constituida por Puno – Juliaca – Azángaro – Progreso – San Antón – Centro Poblado Carlos Gutiérrez y Usicayos con una longitud aproximada de 260 km. El centro poblado más cercano Carlos Gutiérrez que se encuentra a 40 Km, es el más importante por el flujo comercial de los productos de la zona.

Su vía de acceso por la carretera asfaltada hasta el distrito de Pucará, de ahí en adelante continúa una carretera afirmada y trocha carrozable hasta el distrito de Usicayos; siendo una zona muy accidentada por la presencia de accidentes geográficos como: laderas, pampas y picachos muy elevados.

Tabla 5. Acceso a la comunidad de Sallaconi, distrito de Usicayos.

Comunidad Campesina	Distancia de cc Usicayos Km	Tipo y Medio de Transporte (min)		
		Carro	bicicleta	pie
Coyorana	7	12	20	50
Quetapalo	13	15	25	60
Phusca	25	30	60	360
Anexo Occosiri	18	30	60	300
Anexo Ucanuma	20	30	60	300
Sallaconi	7	12	20	50
Anexo Zona Alta	23	90	180	420
Anexo Totorani	15	60	120	240
Anexo	4	10	20	30

Fuente:(Municipio del Centro Poblado de Sallaconi, 2019)

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación corresponde al descriptivo ya que se recogieron muestras sin alterar o modificar su composición, de tal forma que los resultados de laboratorio son descripción de las características fisicoquímicas y microbiológicas tal como se encuentra al momento de realizar el estudio. Así también una investigación descriptiva busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández, 2014).

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Según Hernández y Mendoza (2018) la recopilación de datos nos proporcionó datos, los cuales se pueden analizar, los procedimientos, eficiencia, etc.

Las técnicas utilizadas son:

- Revisión bibliográfica
- Observacional



Instrumentos

Por su parte, Córdova (2018) menciona que los instrumentos “son aquellos medios físicos o virtuales que utiliza el investigador para recoger datos que conlleva a medir una o más variables”.

Consecutivamente, se presenta los instrumentos que fueron empleados para recolección de datos.

- Laboratorio (acreditado)
- Límites Máximo Permisibles - Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM
- Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población está conformada por el sistema de tratamiento de agua residual de la laguna de oxidación del centro poblado de Sallaconi, Distrito de Usicayos.

3.4.2. Muestra.

Para la investigación se obtuvo 2 muestras en el afluente y efluente de las lagunas de oxidación del centro poblado de Sallaconi, 2022. Se siguió el proceso según indica el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (MVCS, 2014), se trata de un muestreo no probabilístico (Alfaro & Gonzales, 2008).



Tabla 6. *Coordenadas de los puntos de muestreo*

PUNTO	DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ELEVACION
Muestra 01	Afluente	392935.750	8436960.340	3873.000
Muestra-02	Lagua N° 01	392916.123	8436982.843	3862.000
Muestra-03	Lagua N° 02	392923.188	8436987.572	3862.000
Muestra-04	Efluente 01	392903.070	8436994.238	3860.000
Muestra-05	Efluente 02	392920.520	437001.7130	3859.000
Muestra-06	Afluente	392935.708	8436960.339	3873.000

FUENTE: elaboración propia

En la tabla 06 se observa la ubicación de los puntos de muestreo en coordenadas UTM-WG84 zona 18, donde 2 puntos se tomaron en la entrada hacia la buzoneta, 1 punto se tomó en las dos lagunas, 2 puntos en la salida de las lagunas.

3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

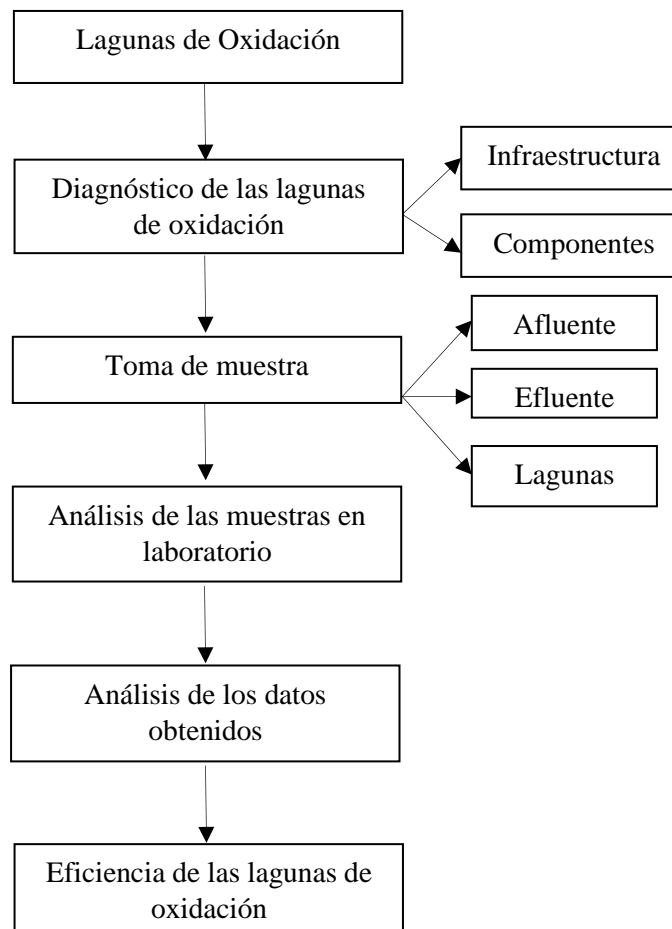


Figura 6. Diagrama del proceso realizado en el estudio

3.5.1. Información Base.

3.5.2. Características Generales.

3.5.2.1. Realizar el diagnóstico de la infraestructura existente y características de la PTAR del Centro Poblado Sallaconi.

- Se obtuvo herramientas de información para identificar antecedentes técnicos y el manejo que se le viene dando a las aguas residuales en las lagunas de oxidación.
- Se programaron visitas de campo a la planta de tratamiento en mención, en donde se tomó registro fotográfico y se verificaron las condiciones actuales de la infraestructura y procedimientos que se realizan.



- Se consideraron los factores de diseño para realizar la evaluación de las dimensiones de la laguna de oxidación y su entorno.

3.5.2.2. Determinar la eficiencia en el tratamiento de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos en las lagunas de oxidación facultativa del centro poblado de Sallaconi.

Se siguió el procedimiento indicado en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (MVCS, 2014).

a) Puntos de monitoreo

Se ubicó el punto de monitoreo tanto en el afluente, efluente y en la misma laguna.

b) Identificación del punto de muestreo

Los puntos de monitoreo se identificaron y reconocidos de manera clara, de tal manera permitan la ubicación exacta en los muestreos. Para lo cual se utilizó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) en donde se registraron las coordenadas UTM.

c) Características del punto de monitoreo

Se localizó en un punto donde hay una mezcla mejor, para la medición del afluente el punto de monitoreo fue antes del ingreso de agua de recirculación. Fue de acceso fácil y seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.

d) Parámetros Físicoquímicos y bacteriológico



- Se tomó en consideración de evitar que ingresen partículas grandes en la muestra, como hojas y residuos.
- Antes del muestreo, los recipientes se enjuagaron 3 veces con la misma agua utilizada.
- Se evitó de llenar completamente el frasco, dejando siempre algo de espacio de aire para que la muestra se pueda mezclar bien antes de la prueba.
- Para obtener resultados confiables, el intervalo de tiempo entre la recolección y el análisis debe ser lo más corto posible.
- Los cambios causados por el crecimiento microbiano pueden retrasarse si las muestras se mantienen en la oscuridad (<math><4^{\circ}\text{C}</math>).

Los procedimientos de laboratorio se efectuaron en el laboratorio de aguas residuales de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú, que están basados en normas y manuales para agua potable y aguas residuales (APHA, 2005; Hopcroft & Charest, 2022).

Tabla 7. *Parámetros y métodos para el análisis físico de las aguas residuales*

Parámetro	Unidad	Método
Aceites y Grasas	mg/L	Método Gravimétrico
DBO5	mg/L	Incubación y Electrometría
DQO	mg/L	Colorimetría
pH	Unidad	Método Potenciómetro
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	Método Gravimétrico
Temperatura	°C	Método
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	

FUENTE: elaboración propia.



Para calcular la eficiencia se aplicó la fórmula siguiente (Auccatinco, 2021):

$$E = (S_0 - S) / S_0 \times 100 \quad (2)$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema o componente

S: Contaminante de salida

S₀: Contaminante de entrada

3.5.2.3. Medición del caudal

Para determinar el flujo de las aguas residuales, hasta el momento se han utilizado medidas de bioseguridad para recolectar aguas residuales, para evaluar el flujo libre de medios en el caso de una laguna de oxidación de la planta de tratamiento de aguas residuales. Utilice el método volumétrico de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Para la entrada, determine el punto de entrada de las aguas residuales a la laguna de oxidación, use un recipiente de capacidad conocida para recolectar agua, se midió el tiempo que toma llegar el recipiente y retirarlo, y así se repetir 03 en promedio.
- Para la salida, se determinó el punto de salida del agua residual de la laguna de oxidación, además se utilizó un recipiente de capacidad conocida para coleccionar el agua, medir el tiempo requerido para llenar el recipiente y repetir 3 veces sacando un promedio.
- Para el caso de descarga, se debe determinar el lugar el lugar donde se descarga las aguas remanentes al cuerpo receptor, en este caso un río. De igual manera, utilizando un recipiente con capacidad conocida para tomar agua, determinar el



tiempo para llenar el recipiente, repetir 03 veces para obtener el valor y sacar un promedio.

- El flujo se evalúa analizando los resultados utilizando la regla de tres simple de acuerdo con la siguiente formula:

Dónde:

Q = Caudal

$$Q = V/t \text{ (L/s)}$$

V = Velocidad

T = Tiempo

3.5.2.4. Método de análisis de datos

Para el análisis de los resultados y comparación con los LMP-agua se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS V.22 para establecer el análisis estadístico de varianza, para determinar la eficiencia de tratamiento de las lagunas de oxidación. De igual forma se utilizó Excel para la elaboración de tablas y gráficos de líneas que permitieron el análisis eficiente de las lagunas de oxidación (Tokunaga, 2021).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DEL CENTRO POBLADO DE SALLACONI.

Las lagunas de oxidación facultativa del centro poblado de Sallaconi, se encuentra administrada por la Municipalidad distrital de Usicayos, esta cuenta con dos lagunas de oxidación, las cuales presentan dimensiones de 28m x 16m en las cuales también cuentan con los siguientes tipos de tratamiento, tratamiento primario la laguna solo cuenta con una cámara de rejas y el medidor de caudal (ver Anexo 2). Además, se identificaron siguientes características:

- a) **Medición de Caudal:** Se empleó el método volumétrico, la cual se aplica a caudales menores de 20 L/s. Se realizaron en 12 tiempos (horas del día) de pruebas como mínimo y en diferentes fechas.

En los días siguientes se realizaron mediciones de aguas residuales en la entrada y salida de la laguna de oxidación facultativa de centro poblado de Sallaconi, se realizó en las siguientes fechas: 01/02/2022, 03/02/2022, 04/02/2022 (Tabla 8 y Tabla 9).

Tabla 8. Medición de Caudal de las lagunas de oxidación Sallaconi (Afluente)

Tiempo	Caudal	Caudal	Caudal
	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	07/02/2022	09/02/2022	10/02/2022
06:00:00 a. m.	5.56	5.71	4.44
07:00:00 a. m.	5.13	5.41	5.41
08:00:00 a. m.	5.56	5.56	5.56
09:00:00 a. m.	4.44	4.55	4.65
10:00:00 a. m.	5.26	5.41	4.35
11:00:00 a. m.	5.88	4.76	5.71
12:00:00 p. m.	4.55	4.55	6.06
01:00:00 p. m.	5.88	4.88	4.76
02:00:00 p. m.	4.76	4.65	4.60
03:00:00 p. m.	4.65	4.76	4.55
04:00:00 p. m.	5.56	5.41	6.06
05:00:00 p. m.	5.41	5.48	5.88
Promedio	5.22	5.09	5.17
Máximo	5.88	5.71	6.06
Mínimo	4.44	4.55	4.35
Desv. estándar	0.49	0.42	0.64

Fuente: Elaborado por el Equipo de trabajo

Se puede observar en la tabla 8 donde se tomaron caudales en diferentes tiempos del día y fechas, donde el caudal promedio vario en 5.22, 5.71 a 5.17 L/s como se muestra en la tabla N° 8 esto en el afluente del PTAR Sallaconi.

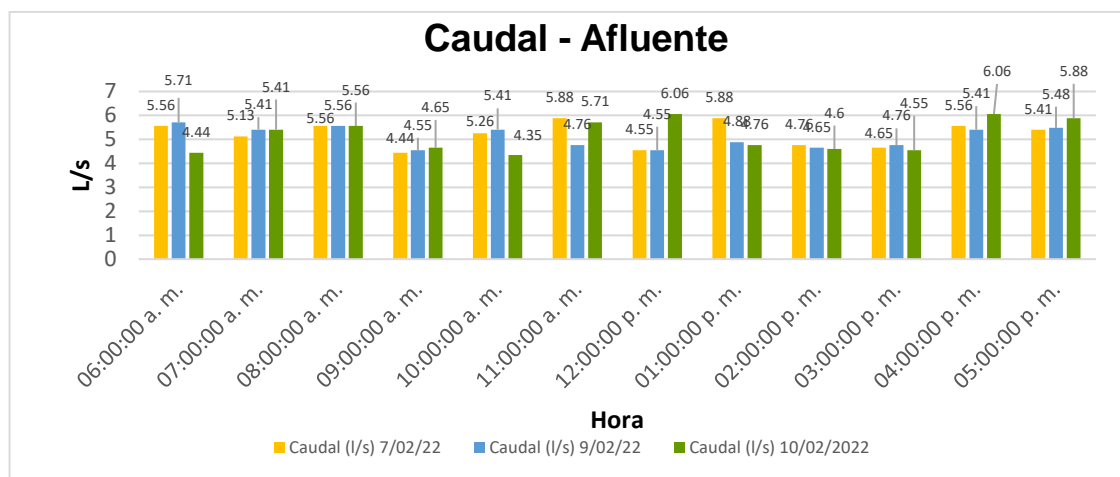


Figura 7. Caudales identificados en el afluente en distintos tiempos

Tabla 9. Medición de Caudal de las lagunas de oxidación Sallaconi (Efluente)

Tiempo	Caudal	Caudal	Caudal
	(L/s)	(L/s)	(L/s)
	07/02/2022	09/02/2022	10/02/2022
06:00:00 a. m.	4.88	4.65	4.65
07:00:00 a. m.	4.76	4.88	5.19
08:00:00 a. m.	4.44	5.88	5.49
09:00:00 a. m.	4.35	4.76	4.60
10:00:00 a. m.	4.76	4.65	4.35
11:00:00 a. m.	4.44	4.76	5.26
12:00:00 p. m.	4.44	5.56	5.71
01:00:00 p. m.	4.65	5.41	4.85
02:00:00 p. m.	4.35	4.65	4.30
03:00:00 p. m.	4.44	4.76	4.26
04:00:00 p. m.	4.88	5.56	4.44
05:00:00 p. m.	5.13	5.71	5.65
Promedio	4.63	5.10	4.90
Máximo	5.13	5.88	5.71
Mínimo	4.35	4.65	4.26
Desv. estándar	0.24	0.46	0.52

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

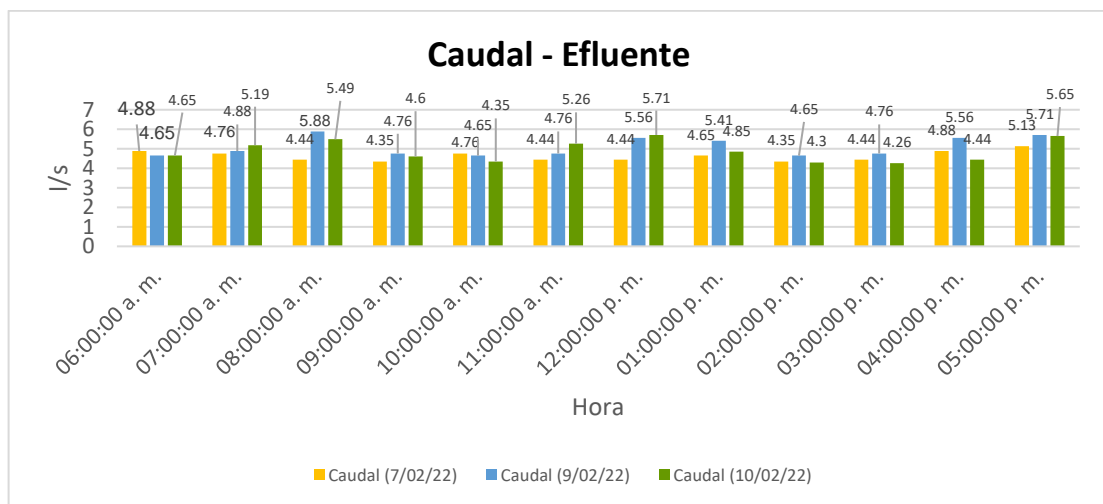


Figura 8. Caudales identificados en el efluente en distintos tiempos.

Se puede observar en la tabla 9 donde se tomaron las salidas de la laguna con caudales en diferentes tiempos y Fechas, y se observa que para caudales entre horas varía de 4.63, 5.10 a 4.90 L/s.



b) Características de las lagunas

En la tabla 10, indica las principales características que se identificaron en la zona en estudio.

Tabla 10. *Características de las lagunas de oxidación*

Nº	CARACTERÍSTICAS	ESTADO
1	Población	788
2	Años de funcionamiento	25 años
3	Periodo de limpieza	No se realizan
4	Operación	Junta de núcleo ejecutor
5	Cerco perimétrico	No posee
6	Tuberías	Material de concreto la cual se encuentra en mal estado.
8	Buzóneta de entrada	Falta de Limpieza
7	Rejilla	Mal estado, presencia de óxido
8	Distribuidor de Caudal	Mal estado presencia de óxidos en las compuertas.
8	Vertido	Río Usicayos
9	Longitud de la Laguna	28 mts
10	Ancho de la Laguna	16 mts
11	Altura de la Laguna	2.4 mts
12	Volumen de la Laguna	945,84 m ³
13	Infiltración de Agua superficial	Presenta
14	Presencia de Vegetación	Presenta
15	Animales domésticos y ganado	Presente



c) Periodo de retención

Según los datos que se obtuvieron en campo se obtuvo el periodo de retención aplicando la siguiente fórmula (iAgua, 2021):

$$TRH = \frac{V(m^3)}{Q (m^3/hr)}$$

$$TRH = 2 \text{ días.}$$

d) Años de funcionamiento

Los años de funcionamiento del sistema de tratamiento es a partir de 1997 al 2022, por lo cual posee 25 años de funcionamiento

e) Periodos de limpieza

Los periodos de limpieza no se realizan con normalidad, hasta el inicio del proyecto no se presencié mantenimiento en las lagunas de oxidación, además indican que las plantas de tratamiento a nivel del distrito no se ejecutaron ya que no cuentan con profesionales capacitados en temas de tratamiento.

f) Operación

Al inicio tomaron su operación y administración la junta de núcleo ejecutor donde constaba de presidente, tesorero, secretario y fiscal.

g) Estado de infraestructura:

- Las lagunas de oxidación no cuentan con un cerco perimétrico, este es importante ya que es un sistema de seguridad cerrado que separa el desarrollo de una obra de su entorno inmediato, las rejillas presentes en las lagunas se encuentran oxidadas en mal estado que se ha deteriorado con el transcurso de los años, como se observa en la figura 7.

- Las lagunas de oxidación en tiempo de lluvia tienden a desbordarse y presentan olores desagradables, con presencia de residuos como plástico, trapos, presencia de arenillas.
- Existe presencia de filtraciones subterráneas donde en épocas de sequía ya no circula por el efluente si no tiende a evaporarse o filtrarse.
- Existe presencia de actividades agrícolas como también habitantes que viven alrededor de la zona, así también puede encontrar un puesto de salud a 30 metros aproximadamente, como se observa en la figura 10.



Figura 9. Falta de mantenimiento en la Cámara de Entrada (Buzoneta).



Figura 10. Presencia de viviendas a inmediaciones de las lagunas de oxidación



Figura 11. Presencia de ganado a inmediaciones de las lagunas

Tabla 11. Características de las aguas residuales de la laguna N° 01 (Muestra 02)

LAGUNA N°01				
N°	Parámetro	Unidad	Resultado	LMP
			M-02	
1	Aceites y grasas	mg/L	19,00	20
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100	93,00	10,000
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,60	100
4	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	13,64	200
	pH	Unidad	7,10	6.5 – 8.5
5	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50,20	150
6	Temperatura	°C	11,76	<35

FUENTE: elaboración propia

En la tabla 11, indica los parámetros al interior de la laguna de oxidación 1, donde se compararon con los LMP, encontrándose así que los parámetros no sobrepasaron los Límites máximos permisibles, esto siendo afectado por la presencia de una filtración de agua en la laguna de oxidación.



Tabla 12. Características de las aguas residuales de la laguna N° 02 (Muestra 03)

LAGUNA N°02				
N°	Parámetro	Unidad	Resultado	LMP
			M-03	
1	Aceites y grasas	mg/L	23,23	20
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	4,00	10,000
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1,50	100
4	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10,23	200
	pH	Unidad	7,07	6,5 – 8,5
5	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	43,20	150
6	Temperatura	°C	12,90	<35

FUENTE: elaboración propia

En la tabla 12, indica los parámetros al interior de la laguna de oxidación 2, donde se compararon con los LMP. En el cual se identificó que aceites y grasas sobrepasaron los valores establecidos. Además, se identificó que existe una filtración de agua hacia las lagunas de oxidación generando variaciones en ambas lagunas.

4.2. EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN FACULTATIVA DEL CENTRO POBLADO DE SALLACONI.

Se realizaron los análisis de las muestras provenientes de los efluentes de las lagunas de oxidación.

4.2.1. Resultado del análisis de afluente y efluente de la laguna de oxidación

1 comparados a los LMP

a) Laguna de oxidación 01

Tabla 13. Comparación con los LMP en la laguna 1

EFLUENTE- Laguna 01					
Nº	Parámetro	Unidad	Afluente M-01	Efluente M-04	LMP
1	Aceites y grasas	mg/L	20	31	20
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2	4	10000
3	DBO	mg/L	240	100	100
4	DQO	mg/L	80	13,64	200
	pH	Unidad	7,10	6,92	6,5 – 8,5
5	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	14	48,80	150
6	Temperatura	°C	8	12,52	<35

FUENTE: elaboración propia

En la tabla 13 se observa los resultados de los análisis de afluente y efluente de la laguna de oxidación N° 01, en donde en el afluente sobrepasó en DBO y en el afluente no sobrepasa los LMP para aceites y grasas. Sin embargo, se observa variaciones de aumento en el efluente tanto en parámetros de aceites y grasas, coliformes Termotolerantes, todo esto ya que según Loose (2018)

menciona que las lagunas de oxidación en términos tecnológicos no cuentan con sistemas de aireación y dicha carencia se pudo observar en el estudio presente.

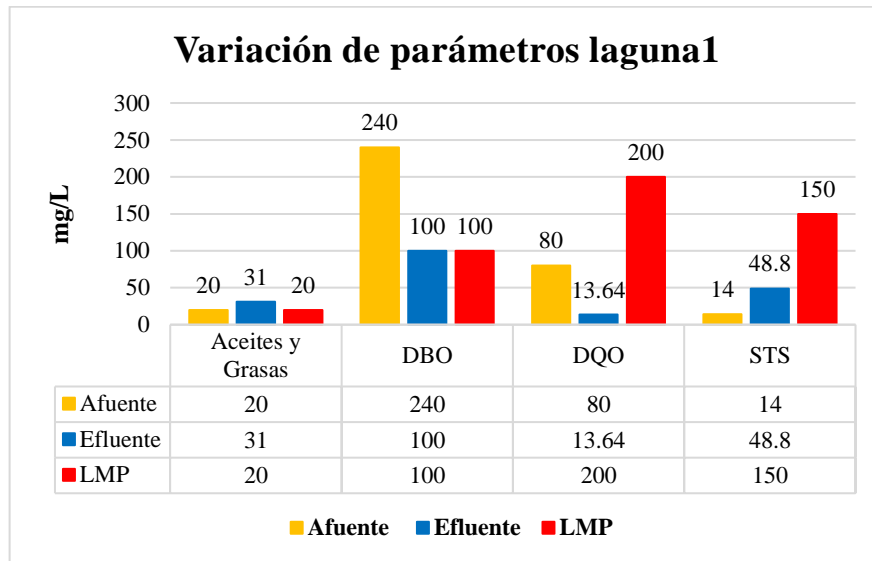


Figura 12. Variación de afluente y efluente en la laguna 1

Se puede apreciar en la figura 12 la variación de afluente y efluente en la laguna 1, donde hay un incremento en Aceites y Grasas, DBO, DQO y STS, se encuentra dentro de los LMP.

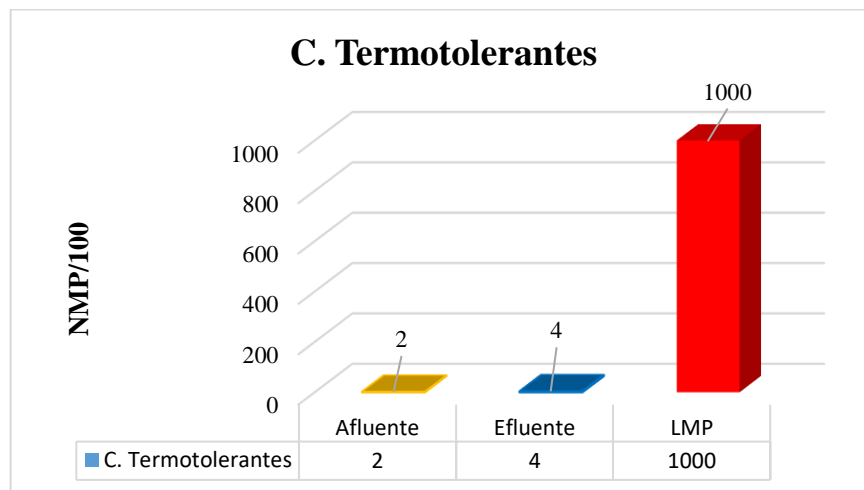


Figura 13. Variación de afluente y efluente en la laguna 1 en C. termotolerantes

En figura 13 observa la variación en el parámetro coliformes termotolerantes de 2 a 4, del cual se puede observar que el valor del afluente no ha tenido ninguna eficiencia porque hay presencia de animales alrededor de la laguna los cuales generan a través de sus heces una biomasa el cual es arrastrada por el escurrimiento del agua hacia la laguna.

a) **Laguna de oxidación 02**

Tabla 14. Comparación con los LMP en la laguna 2

EFLUENTE - Laguna 02					
Nº	Parámetro	Unidad	Afluente M-06	Efluente M-05	LMP
1	Aceites y grasas	mg/L	22,13	25,29	20
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2,35	93	10,000
3	DBO	mg/L	234,43	123	100
4	DQO	mg/L	79,9	13,64	200
	pH	Unidad	7,71	7,10	6,5 – 8,5
5	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	13,84	43,30	150
6	Temperatura	°C	10,42	25,29	<35

La tabla 14 indica los resultados del análisis de afluente y efluente de la laguna de oxidación 2 en donde nos muestra que, en afluente, DBO sobrepasó los LMP y en el efluente Aceites y grasas y DBO sobrepasó los LMP. Sin embargo, indica (Toscano, 2014) que los efluentes presentan excesos de nitrógeno y fósforo, estos elementos ocasionan un fenómeno que se denomina eutrofización, los resultados en el presente estudio se puede confirmar lo indicado, tal como se ve en DBO.

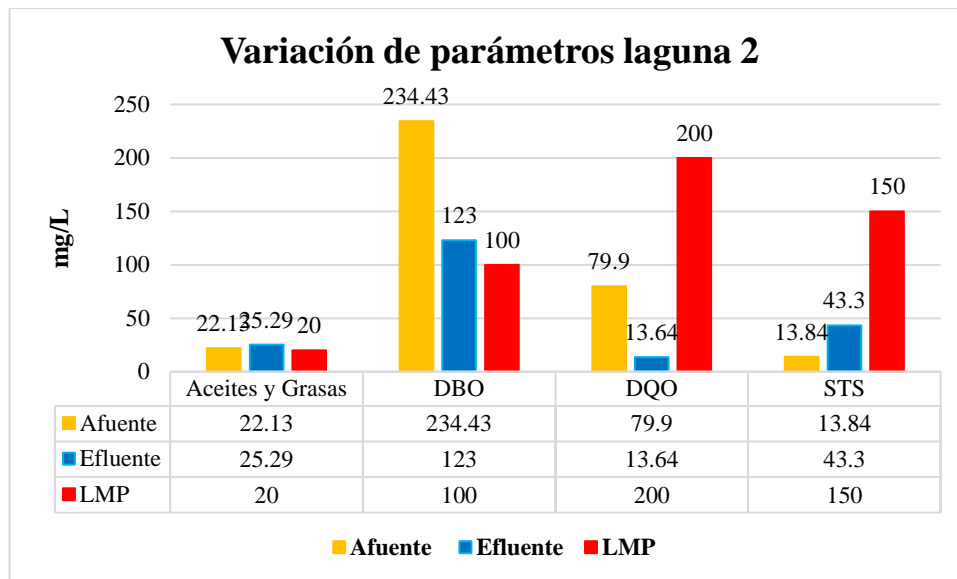


Figura 14. Variación de afluente y efluente en la laguna 2

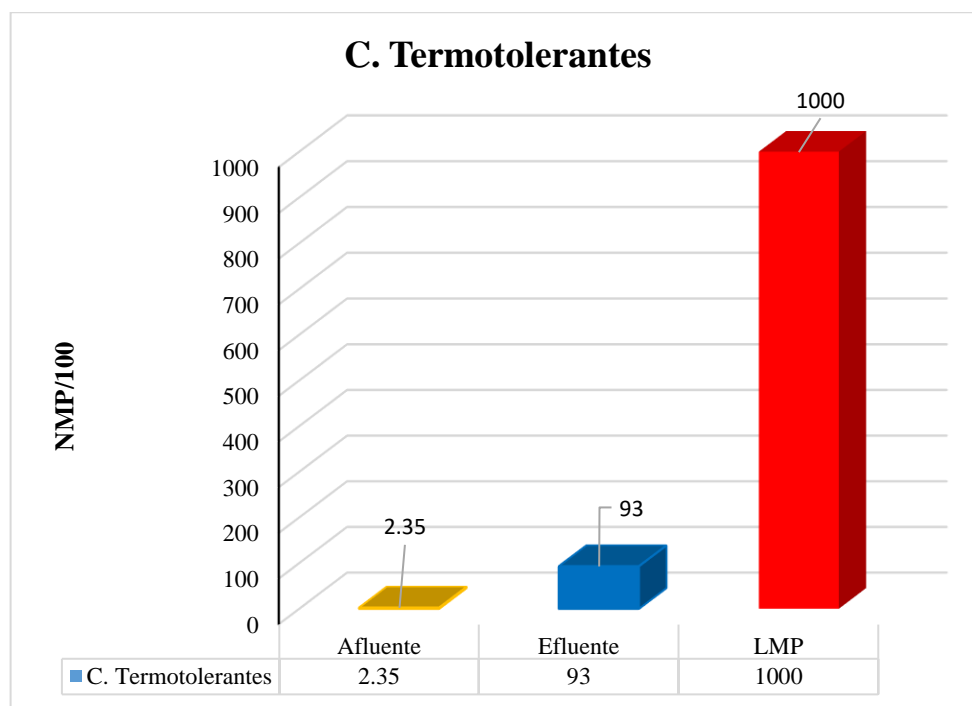


Figura 15. Variación de afluente y efluente en la laguna 2 en C. termotolerantes

En figura 15 observa la variación en el parámetro coliformes termotolerantes de 2.35 a 93, del cual se puede observar que el valor del afluente de la laguna 2 tiene un aumento significativo que la laguna 1 y no se tiene ninguna



eficiencia, por causas de presencia de animales cercanas hacia la laguna los cuales generan esa variación con la laguna 1 la cual afecta e incremento.

4.2.2. Eficiencia de la laguna de oxidación

a) Laguna de oxidación 01

Tabla 15. Eficiencia del efluente de la laguna N° 1

N°	Parámetro	Unidad	EFLUENTE		EFICIENCIA%
			Efluente M-04	LMP	
1	Aceites y grasas	mg/L	31,00	20	-
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	4,00	10,000	-
3	DBO	mg/L	100	100	58,3%
4	DQO	mg/L	13,64	200	82,95%
	pH	Unidad	6,92	6,5 – 8,5	-
5	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	48,80	150	-
6	Temperatura	°C	12,52	<35	-

Se observa en la tabla 14, donde nos indica la eficiencia del efluente. Donde nos indica que DBO tuvo eficiencia de 58.3 %, DQO con 82.95%, sin embargo, aceites y grasas, C. Termotolerantes y sólidos totales en suspensión no presentaron eficiencia. Pues el sistema de las lagunas no presenta el tratamiento de aireación, (Patrón, 2010) indica que debería poseer un tratamiento complementario antes de verter las aguas hacia el cuerpo receptor.



b) Laguna de oxidación 02

Tabla 16. *Eficiencia del efluente de la laguna N° 2*

EFLUENTE - Laguna 02					
N°	Parámetro	Unidad	Efluente M-05	LMP	EFICIENCIA%
1	Aceites y grasas	mg/L	25,29	20	-
2	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	93	10,000	-
3	DBO	mg/L	123	100	47,57%
4	DQO	mg/L	13,64	200	82,92%
	pH	Unidad	7,10	6,5 – 8,5	-
5	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	43,30	150	-
6	Temperatura	°C	25,29	<35	-

Se observa en la tabla 15, donde nos indica la eficiencia. Donde nos indica que DBO tuvo eficiencia de 47.57%, DQO eficiencia de 82.92%, no obstante, aceites y grasas, C. Termotolerantes, sólidos totales en suspensión y temperatura no presentaron eficiencia. Esto indica por la falta de eficiencia de la laguna y por falta de mantenimiento, así también (Satalaya, 2015) menciona que la profundidad de las lagunas de oxidación va desde 2 hasta 6 metros de profundidad, siendo necesario emplear la aireación para el mejoramiento de la situación actual de las lagunas del Centro Poblado de Sallaconi.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 17. *Análisis estadístico*

		Prueba de muestras emparejadas					t	g	Sig. (bilatera l)
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				r	Inferior	Superior			
Par 1	Aceites_inicial - Aceites_final	-8.4	3.68	2.61	-41.58	24.70	-3.22	1	0.19
Par 2	CTermotolerantes_inicial - CTermotolerantes_final	-46.75	63.39	44.75	-615.44	521.85	-1.04	1	0.47
Par 3	DBO_inicial - DBO_final	239.14	0.13	0.24	237.42	240.85	1771.37	1	0.00
Par 4	DQO_inicial - DQO_final	65.86	0.71	0.50	59.51	72.21	131.72	1	0.01
Par 5	pH_inicial - pH_final	0.12	0.12	0.07	-0.710	0.941	1.77	1	0.33
Par 6	STS_inicial - STS_final	-32.20	3.77	2.60	-65.24	0.84	-12.39	1	0.05
	Temperatura_inicial - Temperatura_final	-11.014	9.26	6.49	-93.40	71.48	-1.78	1	0.34

- Nivel de significación = 5% = 0,05
- Modelos estadísticos: T-Student
- P-valor > α , rechazamos H1 (se acepta H₀)
- P-valor ≤ α , rechazamos H₀ (se acepta H1)



Formulación de la hipótesis

H1: La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación del centro poblado Sallaconi 2022, es significativo.

H0: La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación del centro poblado Sallaconi 2022, no es significativo.

Aplicando la prueba de T Student de muestras relacionadas se ha obtenido P-valor para aceites y grasas, coliformes Termotolerantes, Ph mayor esto comparado que el valor α 0.05. De las cuales aceptamos la hipótesis nula H0: La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación del centro poblado Sallaconi 2022, no es significativo. Pero, para DBO y DQO se ha obtenido un P-valor menor de las cuales podemos indicar que existió diferencia significativa en el antes y después del tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación facultativa del centro Poblado Sallaconi.

4.3. DISCUSIÓN

La investigación realizada presentó menores valores en el afluente a comparación del estudio de Mota (2017) en donde presento en afluente en DBO 210 mg/L, STS 218 mg/L, aceites y grasas 58 mg/L, DQO 320 mg/L Coliformes termotolerantes 35000000 NMP/100mL, así mismo el estudio de Sánchez (2017) presenta valores menores a los LMP de efluente, a excepción de aceites y grasas el cual reportó 25 mg/L. Además, menciona que los sistemas de tratamiento que consta de lagunas de oxidación constan de aireación, por lo cual en el estudio realizado no cuenta con aireación.

Los resultados obtenidos sobre el diagnóstico de las lagunas de oxidación se asemejan al estudio de Matsumoto y Sánchez (2015) pues mostró que la estación necesita control operacional y mantenimiento más efectivos además de que no posee un sistema de postratamiento el cual garantice la reducción de los impactos ambientales que



producen los efluentes, así también el estudio de (Rodríguez y Zamalloa (2017) donde posee un mantenimiento y operatividad deficiente, con alto riesgo sanitario.

La investigación realizada posee una semejanza al estudio de (Quispe, 2013) pues en su investigación al comparar los valores determinados en el efluente con los LMP (límites máximos permisibles) establecidos en el D.S. N° 003 – 2010 – MINAM, presenta un nivel de contaminación elevado ya que los contaminantes potenciales (DBO5, DQO), superan los LMP. Esto también se debería a la influencia de la profundidad de las lagunas que deberían estar en una profundidad que van desde 2 a 6 m, no obstante, el estudio presente solo presentó 1.8m de profundidad útil. La cantidad de Fosforo total, nitrógeno total, es sumamente alta, y tendría efectos favorables al tratamiento de las aguas residuales. Además, por otra parte, según la inspección visual que se ha hecho, existe abundante presencia de materia orgánica o algas, que es muy importantes mecanismo en el tratamiento de aguas residuales, lo que haría que el efluente no sobrepase los límites máximos permisible como lo mencionan (Liu et al., 2020; Mahapatra, Kundan, et al., 2022).

En el estudio presentó un pH de 6.92 a 7.10 el cual se encuentra de acuerdo a lo recomendado por el estudio de Correa y Cuervo (2013) donde indica que se recomienda mantener un pH en la laguna entre 7.3 y 7.6 en las 24 horas del día para poder minimizar la producción de H₂ S, dado que la estabilidad de las variables fisicoquímicas que son el producto de la existencia de mayores índices de mezcla en la columna de agua. Además, nos dice que la alta capacidad calorífica almacenada en las lagunas, producto de las altas temperaturas registradas en el ambiente, tiende a favorecer la remoción de los parámetros, en el caso del estudio presentó temperaturas de 12.52 a 25 °C..



La variación climática anual en la zona de estudio, debido a la presencia estacional de precipitaciones y variaciones de temperatura se presume que influirá en el comportamiento de los caudales de entrada y salida y su vez en la eficiencia de tratamiento estacional, que es usual en regiones andinas (Pari-Huaquisto et al., 2020). Específicamente, al parecer, en la zona de ubicación de las lagunas se tiene la presencia de manantiales afluentes que incrementan el flujo, lo que puede causar la disminución de concentración (Chui-Betancur et al., 2021). Asimismo, los comportamientos inciertos del flujo y la carga contaminante hace necesario plantear una planta de tratamiento adecuado para la zona (Ramadan y Ponce, 2007).



V. CONCLUSIONES

- Se concluye que en las lagunas de oxidación del Centro Poblado Sallaconi, no cumple con todos los parámetros establecidos según la normatividad vigente para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, al no presentar en distintos parámetros las condiciones obligatorias.
- Se concluye que las lagunas de oxidación que trata las aguas residuales del Centro Poblado de Sallaconi, en el mantenimiento y operatividad es deficiente, mostrando un riesgo sanitario elevado.
- La eficiencia en el tratamiento de las lagunas de oxidación indica que en parámetros de DBO presentó una eficiencia de 58.3%, DQO 82.95% correspondiendo a la laguna 01, no obstante, aceites y grasas, C. Termotolerantes, STP no presentan eficiencia para el tratamiento de aguas residuales en la laguna de oxidación. Para la laguna 02 presentó una eficiencia solo en DBO con 47.57%, en parámetros como aceites y grasas, C. Termotolerantes, DQO, pH, STS y temperatura no indican eficiencia.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para un tratamiento de aguas residuales del centro poblado Sallaconi será necesario tener un control y mantenimiento también eficiente, para así proporcionar un producto de calidad, a través del monitoreo de diversos parámetros, para verificar el trabajo y la eficiencia de las lagunas, pues con referencia a los resultados obtenido existe solo eficiencia en ciertos parámetros
- Se recomienda al Centro Poblado de Sallaconi, reducir la carga contaminante de aguas servidas, a través de medidas de separación de aceites y grasas, así también para la reutilización del agua y minimizar el uso de sustancias tóxicas.
- Se recomienda implementar en un futuro un manual de gestión ambiental para el manejo adecuado del área de estudio, además de realizar campañas de concientización para la optimización del uso agua.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achag, B., Mouhanni, H., & Bendou, A. (2021). Improving the performance of waste stabilization ponds in an arid climate. *Journal of Water and Climate Change*, 12(8), 3634–3647. <https://doi.org/10.2166/wcc.2021.218>
- Alfaro, R., & Gonzales, V. (2008). *Estadística y probabilidades para ingenieros*. UNA Puno.
- Apaza, R. (2021). *Evaluación de la eficiencia de los tratamientos biológicos en la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de San José provincia de Azángaro*.
- APHA. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (Issue v. 21). American Public Health Association.
- Arocutipa, J. (2013). *Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia*.
- Auccatenco, R. (2021). *Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cusipata, provincia Quispicanchi – Cusco*. Universidad Continental.
- Brunatti, C., & De Napoli, H. (2021). *Método Potenciómetro*.
- Callata, J. (2017). Evaluación y propuesta de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ajoyani – Carabaya – Puno – 2013. In *Universidad Nacional del Altiplano*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Catellano, J., & Mamani, E. (2020). Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales por las lagunas de oxidación/estabilización del sector Mukuraya,



- Provincia de Moho, Región Puno. In *Molecules* (Vol. 2, Issue 1).
- Chávez, M. (2019). *Análisis Gravimétrico*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán Valle.
- Chui-Betancur, H. N., Belizario-Quispe, G., Acosta, D. R., Alfaro-Alejo, R., & Quispe-Mamani, Y. A. (2021). Hydrogeochemistry of the Thermal Springs of Pojqpoquella and Phutina, Puno, Peru. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 906(1), 012126. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/906/1/012126>
- Coggins, L. X., Crosbie, N. D., & Ghadouani, A. (2019). The small, the big, and the beautiful: Emerging challenges and opportunities for waste stabilization ponds in Australia. *WIREs Water*, 6(6), e1383. <https://doi.org/10.1002/wat2.1383>
- Daviran, M., & Huamani, C. (2022). *Optimización hidráulica de la planta de tratamiento de aguas residuales aprovechando la pendiente pronunciada del terreno en Vitor-Arequipa-Arequipa* Item Type info:eu-repo/semantics/bachelorThesis.
- Desye, B., Belete, B., Amare, E., Angaw, Y., & Asfaw, Z. (2022). Article Evaluation of Waste Stabilization Pond Efficiency and Its Effluent Water Quality: a Case Study of Kito Furdisa Campus, Jimma University, Southwest Ethiopia. *Hindawi*. <https://doi.org/10.1155/2022/2800034>
- Dos Santos, S., & Van Haandel, A. (2021). Transformation of waste stabilization ponds: Reengineering of an obsolete sewage treatment system. *Water (Switzerland)*, 13(9), 1193. <https://doi.org/10.3390/w13091193>
- El Peruano. (2021). *Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional del Ambiente al*



*2030 - DECRETO SUPREMO - N° 023-2021-MINAM - PODER EJECUTIVO -
AMBIENTE.*

Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In *Mc Graw Hill* (Vol. 1, Issue Mexico).

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.*

Hopcroft, F. J., & Charest, A. (2022). *Experiment Design for Environmental Engineering: Methods and Examples.* CRC Press.

iAgua. (2021). *Tiempo de retención hidráulico (TRH).*

Kadri, S., Tavanappanavar, U., Babu, N., Bilal, M., Singh, B., Gupta, S., & Mulla, S. (2021). *Overview of Waste Stabilization Ponds in Developing Countries.*
https://doi.org/10.1007/698_2021_790

Knobelsdorf, M. (2019). *Depuración biológica de las aguas residuales urbanas.*

Lam, R; Hernández, P. (2020). *Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad.*

Larico, C. (2017). *Evaluación del comportamiento de las unidades de proceso en los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales en la región Puno. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Altiplano Puno].* Universidad Nacional del Altiplano.

Leguía, J. (2016). *Diseño de filtros de bioarena para remover metales pesados (As, Cd, Cr, Pb y Fe) en aguas de uso doméstico.*

Liu, L., Hall, G., & Champagne, P. (2020). The role of algae in the removal and inactivation of pathogenic indicator organisms in wastewater stabilization pond



systems. *Algal Research*, 46, 101777.

<https://doi.org/10.1016/J.ALGAL.2019.101777>

López, A., & Uribe, G. (2015). *Validación del método de número mas probable (NMP) para Staphylococcus aureus coagulasa positiva en muestras de leche cruda como indicador de calidad*. 13(3), 1576–1580.

Mahapatra, S., Kundan, S., & Roshan, R. (2022). Waste Stabilization Pond (WSP) for wastewater treatment: A review on factors, modelling and cost analysis. *Journal of Environmental Management*, 308, 114668.

<https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2022.114668>

Mahapatra, S., Samal, K., & Dash, R. R. (2022). Waste Stabilization Pond (WSP) for wastewater treatment: A review on factors, modelling and cost analysis. *Journal of Environmental Management*, 308, 114668.

<https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2022.114668>

Matsumoto, T., & Sánchez, I. (2015). Eficiencia del tratamiento de aguas residuales por lagunas facultativas e implicaciones en la salud pública. *Scielo*.

Ministerio del Ambiente. (2010). *Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda. | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental*.

Monserrate, C., & Peralta, K. (2013). *Lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Junín y la calidad ambiental del área intersectada*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López.”



- Mota, K. (2017). Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. In *Ucv*.
- MVCS. (2009). *NORMA OS.090*.
- MVCS. (2014). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales*.
- OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*.
- Olmedo, C. (2019). *Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para el sistema de alcantarillado del Anexo de Asca - Pucara*.
- Pari-Huaquisto, D. C., Alfaro-Alejo, R., Pílares-Hualpa, I., & Belizario, G. (2020). Seasonal variation of heavy metals in surface water of the Ananea river contaminated by artisanal mining, Peru. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614, 012167. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012167>
- Patrón, F. (2010). Evaluación preliminar de la eficiencia en las lagunas de oxidación de la ciudad de Mérida, Yucatán. *Redalyc*.
- Portero, M., & Amat, V. (2017). *Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Babahoyo*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Qadir, M. (2019). *Hacia un mundo libre de agua no tratada*. 4(4), 187–195. <https://doi.org/10.1007/S12403-012-0078-7>
- Quispe, J. (2013). *Propuesta metodológica para la evaluación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante lagunas de estabilización - Azángaro*. Universidad Nacional del Altiplano.



- Ramadan, H., & Ponce, V. M. (2007). *Design and performance of waste stabilization ponds*. <http://ponce.sdsu.edu/ramadan/stabilizationponds.html>
- Rodríguez, I., Zamalloa, V., Taco, P., Calvo, J., & Aguilar, M. (2017). *Eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales domésticas, localidad de Huaró – Cusco*.
- Sallaconi, M. del C. P. (2019). *Ficha Técnica Ambiental para proyectos de Saneamiento*.
- Satalaya, K. (2015). *Evaluación de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas en las lagunas de estabilización de la ciudad de Uchiza*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- SIDE. (2019). *Lagunas de oxidación. 1ra Edición*.
- Tirado, Z. (2018). *Porcentaje de remoción de indicadores patógenos en lagunas facultativas aireadas en función al tiempo de retención hidráulica en la planta de tratamiento de aguas residuales de Clendín*. Universidad Nacional de Cajamarca, 53 p.
- Tokunaga, H. T. (2021). *Moving from IBM® SPSS® to R and RStudio®: A Statistics Companion*. SAGE Publications.
- Toledo, M. (2015). *El análisis multiparámetro: la etapa siguiente de la automatización*.
- Toscano, J. (2014). *Diseño de lagunas de oxidación para tratamiento de aguas residuales generadas en el campamento el coca de la empresa Triboilgas*.
- Trevi. (2020). *Rejillas y tamices*. Trevi-Env.Com.
- Unidas, O. de las N. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el*



Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso
desaprovechado. In *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la
Ciencia y la Cultura*.



ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico

Figura 16. Ubicación de las lagunas de oxidación



Figura 17. Presencia de residuos en las rejillas



Figura 18. Vertido de las aguas residuales (Rio Usicayos)



Figura 19. Medición de la laguna de oxidación



Figura 20. Ausencia de cerco de protección en la laguna de oxidación



Figura 21. Medición de parámetros de campo en las lagunas de oxidación



Figura 22. Medición de los parámetros en la laguna 2



Figura 23. Recolección de muestras para su posterior análisis



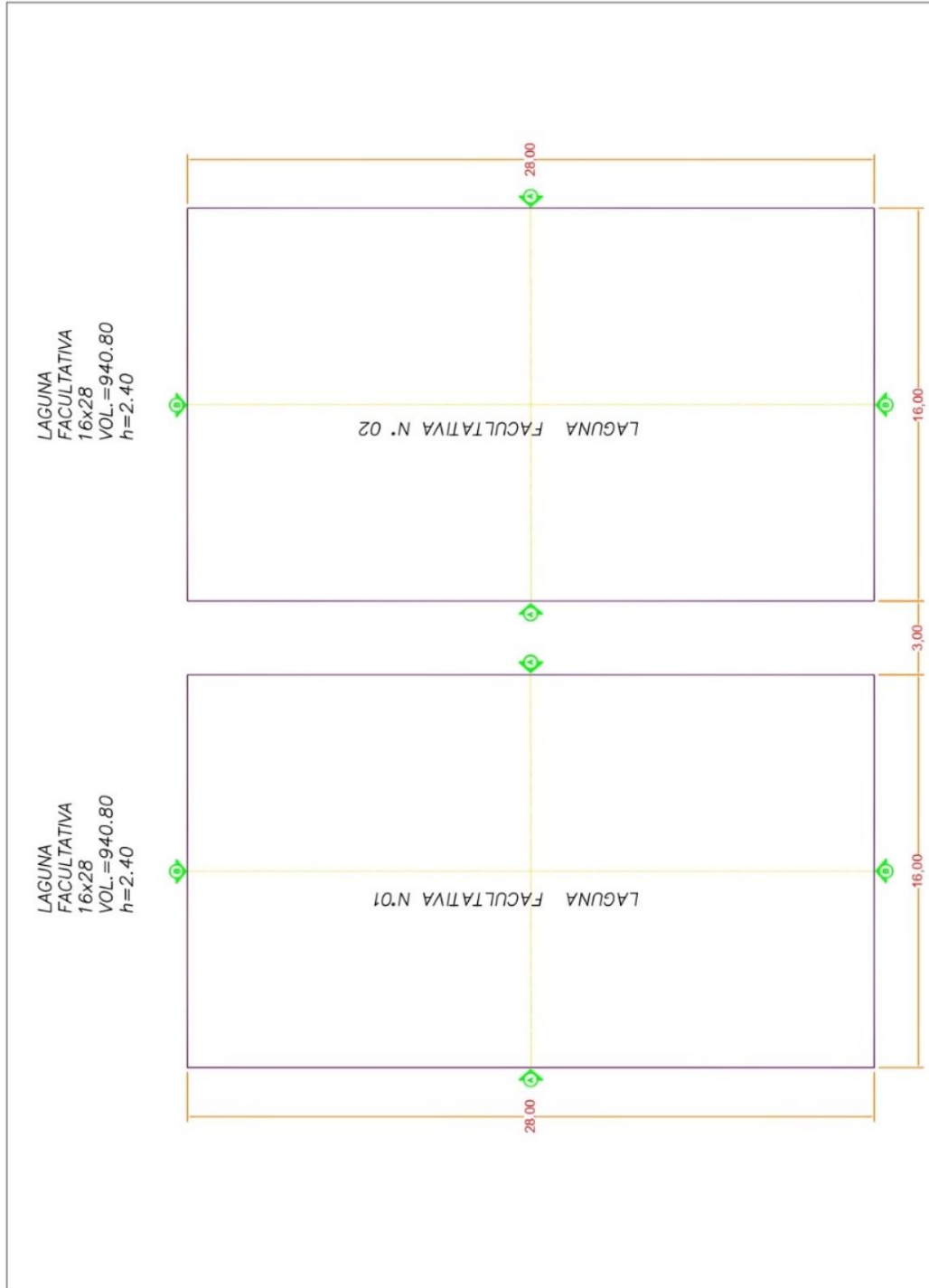
Figura 24. Se observa el buzón recolector y el entorno del área de influencia



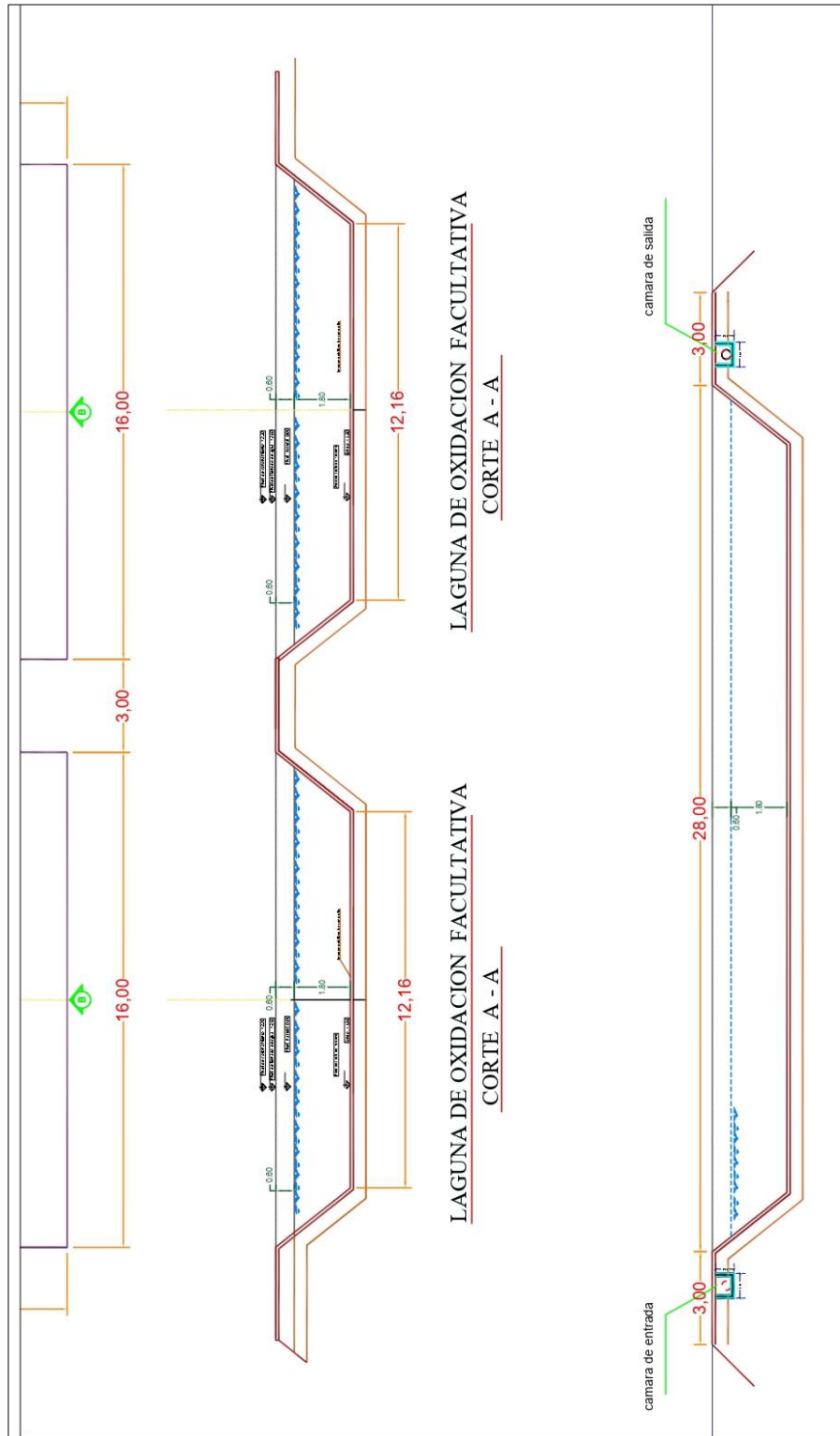
Figura 25. Análisis de las muestras en laboratorio



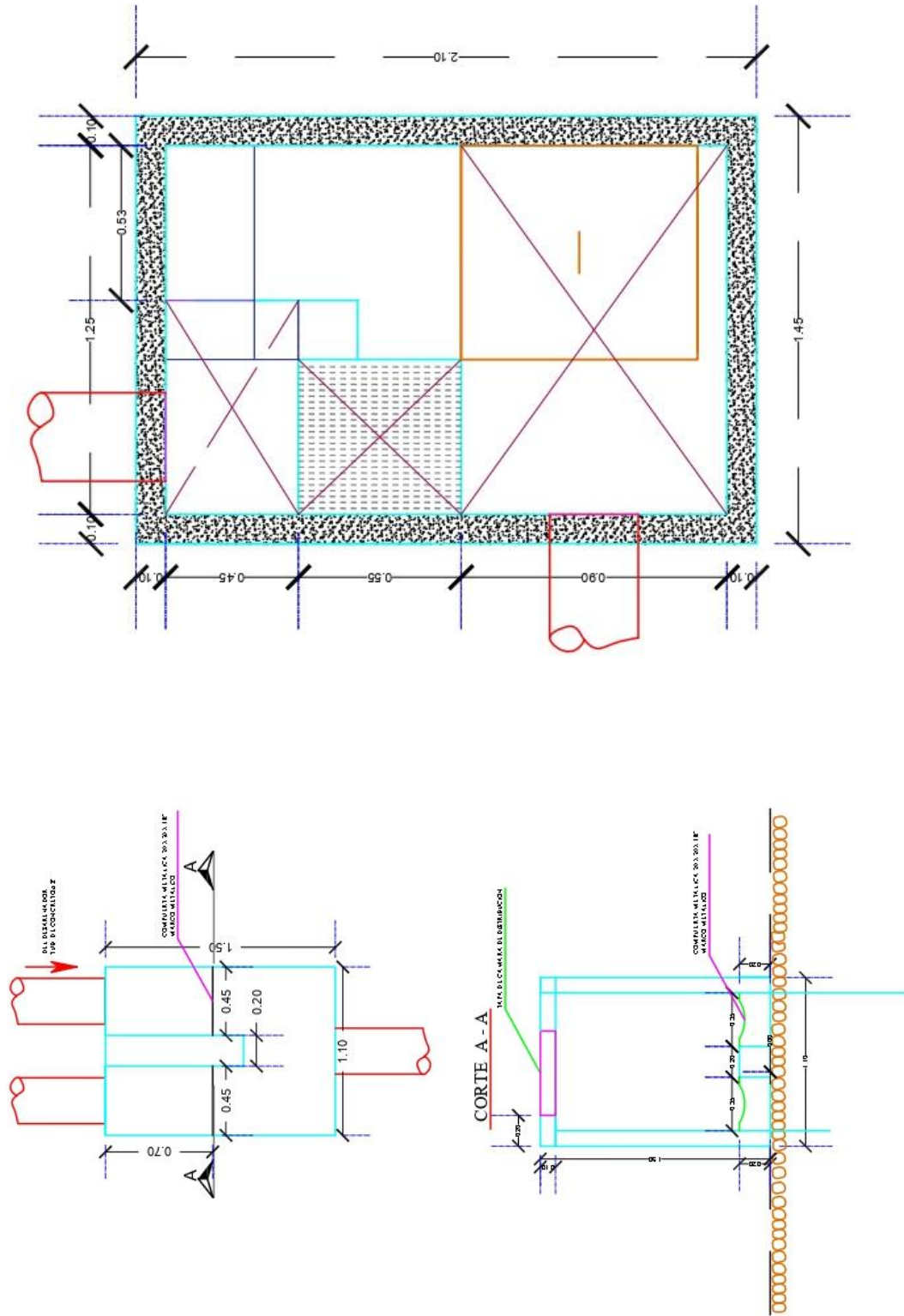
ANEXO 2. Dimensiones de la Laguna Facultativa N°1 y N°2



ANEXO 3. Laguna de oxidación facultativa Corte A-A



ANEXO 4. Cámara de distribución con 2 compartimentos y 2 compuertas



ANEXO 5. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

El Peruano Lima, miércoles 17 de marzo de 2010	NORMAS LEGALES	415675
<p>de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.</p> <p>Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.</p> <p>Regístrese, comuníquese y publíquese.</p> <p>ALAN GARCÍA PÉREZ Presidente Constitucional de la República</p> <p>JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN Presidente del Consejo de Ministros</p> <p>469446-6</p>	<p>implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p>	
<p style="text-align: center;">AMBIENTE</p> <p>Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales</p> <p style="text-align: center;">DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM</p> <p style="text-align: center;">EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;</p> <p>Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permisible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;</p> <p>Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p> <p>Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permisible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;</p> <p>Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de Instrumentos de gestión ambiental complementarios,</p>	<p style="text-align: center;">DECRETA:</p> <p>Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)</p> <p>Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.</p> <p>Artículo 2°.- Definiciones</p> <p>Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR): Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.- Límite Máximo Permisible (LMP): Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.- Protocolo de Monitoreo: Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo. <p>Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR</p> <p>3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.</p> <p>3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.</p> <p>3.3 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo, y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.</p> <p>3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.</p> <p>Artículo 4°.- Programa de Monitoreo</p> <p>4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.</p>	

415676

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, miércoles 17 de marzo de 2010

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5º.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6º.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bloquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL Nº 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo Nº 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3º de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5º de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo Nº 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM.

Artículo 2º.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3º.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4º.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1



ANEXO 6. Resultado del afluente y efluente del análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna de oxidación facultativa del Centro Poblado Sallaconi.



N° 001429
LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUA RESIDUAL: Muestra 01
PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACIÓN, CENTRO POBLADO DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : RICAR CONDORI MAMANI
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL
MUESTREO : 07/02/2022, por el interesado
ANÁLISIS : 08/02/2022
COD. MUESTRA : B009-000315
COD. MUESTRA : B009-000315

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	7.63	Electrométrica
Temperatura	°C	8.00	termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	14.00	Colorímetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	80.00	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	240.00	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	20.00	Saxlet

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Coliformes Termo tolerantes : 2.00 NMP/100ml

Puno, C.U. 16 de febrero del 2022
vºgº


 ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 ING - UNA - CP - 182962



 Walter B. Apaza Magón, Ph.D.
 DECANO - IQ - UNA



N° 001433

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUA RESIDUAL: Muestra 06

PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACIÓN, CENTRO POBLADO DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA DE CARABAYA

INTERESADO : RICAR CONDORI MAMANI

MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

MUESTREO : 07/02/2022, por el interesado

ANÁLISIS : 08/02/2022

COD. MUESTRA : B009-000315

COD. MUESTRA : B009-000315

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	7.71	Electrométrico
temperatura	°C	10.42	termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	13.84	Colorímetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	79.40	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	234.43	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	22.13	Soxhlet

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Coliformes Termo tolerantes : 2.35 NMP/100ml

Puno, C.U. 16 de febrero del 2022
Vºgº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
ING - UNA - CP - 182993



Walter B. Aparicio Lagón, Ph.D.
DECANO - IQ - UNA



N° 001427

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUA RESIDUAL: Muestra 05
PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACIÓN, CENTRO POBLADO DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : RICAR CONDORI MAMANI
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL
MUESTREO : 07/02/2022, por el interesado
ANÁLISIS : 08/02/2022
COD. MUESTRA : B009-000315
COD. MUESTRA : B009-000315

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	EFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	7.10	Electrométrica
temperatura	°C	18.37	termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	43.30	Colorímetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	13.64	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	123	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	25.29	Soxhlet

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Coliformes Termo tolerantes : 93.00 NMP/100ml

Puno, C.U. 16 de febrero del 2022
vºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
PUNO - UNA - CP - 18209

Walter B. Apaza Aragón, Ph.D.
DECANO - RQ - UNA



N° 001428

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUA RESIDUAL: Muestra 04

PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACIÓN, CENTRO POBLADO DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA DE CARABAYA

INTERESADO : RICAR CONDORI MAMANI

MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

MUESTREO : 07/02/2022, por el interesado

ANÁLISIS : 08/02/2022

COD. MUESTRA : B009-000315

COD. MUESTRA : B009-000315

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	EFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.92	Electrométrica
temperatura	°C	12.52	termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	48.80	Colorímetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	13.64	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	100	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	31.00	Soxhlet

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Califormes Termo tolerantes : 4.00 NMP/100ml

Puno, C.U. 16 de febrero del 2022
VºBº


ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
ING - UNA - CP - 18014


Walther B. Aponte Aragón, Ph.D.
DECANO - IQ - UNA



N° 001432

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUA RESIDUAL: Muestra 02

PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACIÓN, CENTRO POBLADO DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA DE CARABAYA

INTERESADO : RICAR CONDORI MAMANI

MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

MUESTREO : 07/02/2022, por el interesado

ANÁLISIS : 08/02/2022

COD. MUESTRA : 8009-000315

COD. MUESTRA : 8009-000315

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERISTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	UNIDAD	LAGUNA N°01 RESULTADOS	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	7.10	Electrométrico
temperatura	°C	11.76	termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	50.20	Colorímetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	13.64	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	1.60	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	19.00	Saxlet

CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICO

Coliformes Termo tolerantes : 93.00 NMP/100ml

Puno, C.U. 16 de febrero del 2022
V°B°

LSP

ING. LUZ MARINA TEVES PUNCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
PIQ - UNA - CIF - 182393



Walther E. Aparicio Aragón, Ph.D.
DECANO - PIQ - UNA



N° 001431

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUA RESIDUAL: Muestra 03
PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACIÓN, CENTRO POBLADO DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : RICAR CONDORI MAMANI
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL
MUESTREO : 07/02/2022, por el interesado
ANÁLISIS : 08/02/2022
COD. MUESTRA : B009-000315
COD. MUESTRA : B009-000315

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LAGUNA N°02 RESULTADOS	MÉTODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	7.07	Electrométrico
temperatura	°C	22.90	termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	43.20	Colorímetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30.23	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	1.50	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	13.23	Soxhlet

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes : 4.00 NMP/100ml

Puno, C.U. 16 de febrero del 2022
 VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 ING - UNAL - CP - 16202

Walter B. Apaza Inga, Ph.D.
 DECANO - IQ - UNAL

Anexo 7. Solicitud de permiso para la realización del trabajo de investigación.

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

MUNICIPALIDAD CENTRO POBLADO SALLACONI-USICAYOS C. D. PUNO			
MESA DE PARTES			
RECIBIDO			
11 04 2022			
Nº DE RECIBO	HORA	Nº DE FOLIOS	FIRMA
54	08:10	01	[Firma]

Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

SOLICITO: Permiso para realizar Trabajo de Investigación

SEÑOR ALCALDE DEL CENTRO POBLADO DE SALLACONI.

Sr. JORGE SAUL PUMA QUISPE

Yo, RICHAR CONDORI MAMANI, en mi Calidad de Egresado de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Identificado con DNI N° 44880172, con domicilio en el centro poblado de sallaconi del Distrito de Usicayos. Con el debido respeto me presento y expongo lo siguiente.

Que, teniendo la necesidad de solicitarle el permiso para realizar trabajos de Investigación de Tesis, Realizar el Diagnóstico de la Infraestructura existente y características de la PTAR del Centro Poblado Sallaconi y Determinar la eficiencia en el tratamiento de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos en las lagunas de oxidación facultativa del centro poblado de Sallaconi, que se encuentran en nuestra Localidad, esto con el fin de realizar los comportamientos que ocurren en el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, y su respectivo comparación con los LMP (Limites Máximo Permisibles) conforme a la ley que corresponda.

POR LO TANTO

Agradeciendo su amable comprensión y atención a mi solicitud, hago propicia la oportunidad para expresar los sentimientos de mi estima personal.

POR LO TANTO

Agradeciendo su amable comprensión y atención a mi solicitud, hago propicia la oportunidad para expresar los sentimientos de mi estima personal.

[Firma manuscrita]
44880172

[Firma manuscrita]
Jorge Saul Puma Quispe
DNI N° 01698188
ALCALDE

Sallaconi 11 abril del 2022.

Anexo 8. Diagnóstico situacional de las lagunas de oxidación

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

“DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO”

1. OBJETIVOS:

Disminuir los impactos ambientales causados por el mal funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales (lagunas de oxidación) de la localidad de Sallaconi, Distrito de Usicayos, Provincia de Macusani, Departamento Puno.

1.1. OBJETIVOS GENERALES:

Identificamos puntos estratégicos que nos permitan identificar problemas que puedan surgir por los efectos ambientales del medio ambiente, en la planta de tratamiento de aguas servidas (lagunas de oxidación), para prevenir amenazas a la salud de la población y su extensión a otros. lugares y reducir la contaminación ambiental.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Identificar contaminantes en infraestructura de tratamiento de agua (lagunas de oxidación).
- Conocer los diferentes componentes de una planta de tratamiento de agua (lagunas de oxidación).
- Proponer medidas de mitigación para reducir la contaminación en la comunidad de Sallacón y desembocadura del río Usicayos.

2. PARAMETROS PARA EL CORRECTO DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. DEFINIR EL ALCANCE.

- Identificación de la Estructura de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales de la Localidad de Sallaconi.
- Definición del Área de Impacto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Sallaconi en la Parroquia de Sallaconi.
- Identificar la salida final después de todo el proceso por el que pasan las aguas residuales.
- Toma de datos para identificar los impactos ambientales de la planta de tratamiento de agua.
- Identificación de la funcionalidad de las estructuras que conforman a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Identificar la ausencia de un cerco en la planta de tratamiento de agua para facilitar la limpieza de los residuos ocasionados por los vientos.
- Registro de la base de datos del INSITU según los siguientes archivos en diferentes puntos.
- Se identificó la descarga final de las aguas tratadas, las cuales verificamos si cumplen o no con los requisitos de la LMP y ECAS, ya que al estudiar el entorno del río Usicayos se pudo asegurar que podrían introducir posibles enfermedades. , ya sea mal olor u otros factores.

Alcalde
Jorge Saul Pinedo Quispe
DNI N° 01690108
ALCALDE

A. MORALES Quispe Roberto
DNI 01699217
N.E. RFD DESAGUO SALLACONI
USICAYOS

Viceministro
Vidal Leana Archibald
DNI: 01647208
FISCALANTE DE AREA POTABLE.

Anexo 9. Ficha sobre el diagnóstico de las lagunas de oxidación

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”



DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.	
LOCALIZACIÓN	
3. DISTRIBUCIÓN Y MEDIDOR DE CAUDAL: Situada a la entrada de la planta de tratamiento después de cámara de rejas.	
DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL	
<ul style="list-style-type: none">• Existen dos tuberías de concreto con sus respectivas compuertas, material de plancha de fierro galvanizado en ambos lados para la salida hacia las lagunas que vienen alimentados desde la cámara de rejas en la entrada.• La antigüedad de la cámara de rejas de entrada es de aproximadamente de 25 años.• El material de las salidas de las lagunas son de asbesto cemento.• Se puede ver también la presencia de basuras de pequeña magnitud.• La función de este punto es llevar el agua por tuberías y abastecer las lagunas, y estas dos tuberías abastece dos lagunas	
	
CAUSA/ORIGEN	
<ul style="list-style-type: none">• Falta de personal de limpieza para realizar un mantenimiento continuo de las basuras.	
CROQUIS	
	

Vista
Vista de la planta
Unidad de agua residual
DNI 818 47208
PRESENTE AS NUESTRA POSICIÓN

Pedro
A. MORALES
DNI 01679217
A.C. RES. RES. USICAYOS

[Signature]
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS
MUNICIPALIDAD DE USICAYOS

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas
residuales de la localidad de Sallaconi”

DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.	
LOCALIZACIÓN	
2. CAMARA DE REJAS: Situada a la entrada de la planta de tratamiento.	
DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL	
<ul style="list-style-type: none">• Las aguas que ingresan a la cámara de entrada son las aguas pluviales y domésticas.• La antigüedad de la cámara de rejillas de entrada es de aproximadamente de 25 años.• El material de la cámara de rejillas de entrada es de acero.• Se ve también que el acero se está corroyéndose con el contacto de las aguas servidas.• Se ve también que no hay una gran cantidad de basura.	
	
CAUSA/ORIGEN	
<ul style="list-style-type: none">• Debido a que no hay un mantenimiento continuo las cámaras de rejillas están en mal estado.• El bajo presupuesto que ingresa a la municipalidad área de ATM de Usicayos no se puede hacer un cambio de cámaras de rejillas.	
CROQUIS	
	

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.	
LOCALIZACIÓN	
4. LAGUNAS DE OXIDACIÓN: Laguna de oxidación PTAR, se encuentra en el C.P. Sallaconi, al lado de centro de salud Sallaconi, de la localidad de Sallaconi Distrito de Usicayos	
DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL	
<ul style="list-style-type: none"> Las lagunas de oxidación conforman 06 unidades, con un área total de 448.00 m2. Con una profundidad de 1.80 m. Cada laguna de oxidación está representada en forma Rectángulo y en paralelos. Cumplen la función de formación de lodos en lados y la purificación del agua 	
CAUSA/ORIGEN	
<ul style="list-style-type: none"> Las lagunas de oxidación generan malos olores, generando enfermedades a los habitantes cercanos. Ocasiona contaminación en la tierra (infértil para cultivos). 	
CROQUIS	

V. S. S. A.
Vidal Luisa Pacheco
DNI: 616 47 208
PRESIDENTE AS. ADECA PUNO.

A. M. S. S.
A. MURRAY QUISPE ALONSO
DNI: 016 97 217
M.E. ILER DESARROLLO SUSTENTABLE
USICAYOS

J. P. S.
JOSÉ SANCHEZ PARRA
DNI: 016 97 217
M.E. ILER DESARROLLO SUSTENTABLE
USICAYOS

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”



DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.

LOCALIZACIÓN

5. PRESENCIA DE UN RIACHUELO: Ubicada al inicio de la planta de tratamiento donde se recibe las aguas superficiales.

DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- La antigüedad del ingreso de las aguas servidas es de aproximadamente de 25 años.
- El agua que ingresa a la laguna de oxidación viene desde las cabeceras de laguna en donde se encuentra un ojo de agua estas aguas están ingresando a las lagunas tanto por infiltración y superficial.
- Se observa también presencia de vegetales en las lagunas.
- En la parte inicial estas aguas fueron desviados por los pobladores ya que habitan en los perímetros, sería bueno realizar un encausamiento de esas aguas para la evacuación hacia el rio Usicayos, se ve la presencia de basuras como plásticos, papeles que son traídas por los vientos.



CAUSA/ORIGEN

- Debido a que los pobladores desviaron el cauce para su construcción de viviendas en sus territorios y están deteriorando la infraestructura de las lagunas y su funcionamiento.

CROQUIS

Vicente A. Vaca
VICENTE A. VACA
INGENIERO EN AGUAS
DNI: 818 47 208
PRESIDENTE AS. REG. PUNO

Alfonso Quiroga Chucho
ALFONSO QUIROGA CHUCHO
DNI: 016 972 17
A.E. REP. DESAGUE CALLECA
PUNO

Felipe...
FELIPE...
DIRECCIÓN DE AGUAS
DISTRITO DE SALLACONI
PUNO

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas
residuales de la localidad de Sallaconi”



DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.

LOCALIZACIÓN

- 6. LAGUNA ARTIFICIAL:** Laguna de oxidación PTAR, se ubica en el intermedio de la población, de la localidad de Sallaconi.

DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- La laguna artificial está concentrada más de los residuos sólidos (basura) y está lleno de aves alimentándose y otros animales.
- se formó por medio de la acumulación de las lluvias y por infiltración de las lagunas de oxidación, representada en forma rectangular.



CAUSA/ORIGEN

- La laguna artificial ocasiona la producción de aves y animales con enfermedades que pueden contagiar a los pobladores de Sallaconi y a los ciudadanos de Sallaconi.
- Ocasionar más contaminación en el aire.

CROQUIS

Mano de firma
A. MORALES QUIS
DNI 01697
A.E. N.ESP. OCSA
USICAYOS

Mano de firma
ALCALDE
DISTRITO DE USICAYOS
PROVINCIA DE CARABAYA
DEPARTAMENTO DE PUNO

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”



DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.

LOCALIZACIÓN

7. CAJA DE REGISTRO: Laguna de oxidación PTAR, se encuentra en la parte lateral de la tubería de distribución de concreto de la localidad de Sallaconi

DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- La caja de registro de concreto está en funcionamiento, falta su mantenimiento.
- La cantidad de las cajas son 4, en total 04 cajas de registro.
- La caja de registro presenta un estado de desgaste esto en la entradas y salidas de las lagunas.
- En material de la caja de registro es de concreto.



CAUSA/ORIGEN

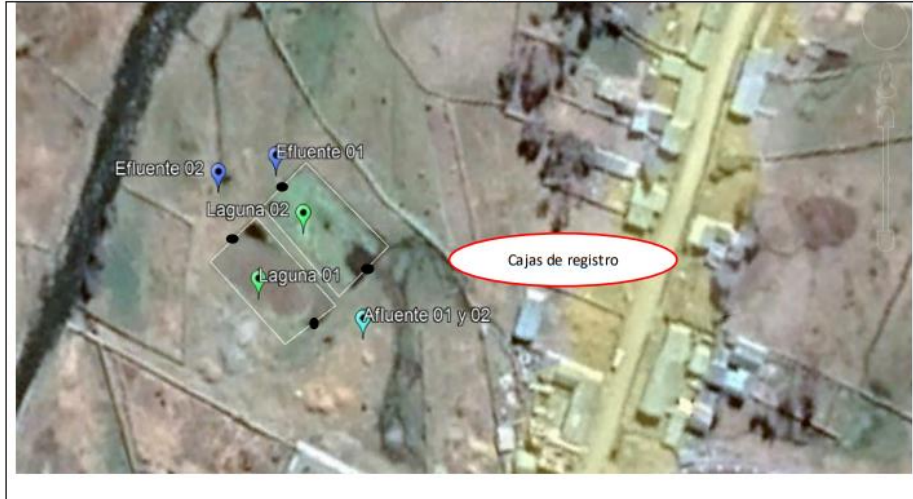
- Por la cantidad de sales y la cantidad de año de servicio.

CROQUIS

[Signature]
A. MORA
DNI
N.E. B.1

[Signature]
DIP. MUN. USICAYOS
DIP. MUN. USICAYOS
ALCALDE

"Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi"



DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.

LOCALIZACIÓN

- 8. **BUZONES DE SALIDA PARA EL RIO TOROCOCHA:** Laguna de oxidación PTAR, los buzones de salida se encuentran a cada 150m desde el punto de evacuación hasta la desembocadura al río USICAYOS.

DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- Se ha obtenido un solo tipo de buzones circulares, Las medidas son 1.2mx0.80m. que esto tiene la función de que podemos ver el agua residual si está en corriente o no.



CAUSA/ORIGEN

- Los buzones no están en correcto mantenimiento, en la foto se puede apreciar que el buzón de concreto ya está despintado, tapa de registro oxidado.

[Signature]
V. S. S. A.
VIALVA RIVERA
DNI: 61697208
PRESIDENTE DE AGRUPAMIENTO

[Signature]
A. MORA
DNI 01697217
N.E. REP. USICAYOS

[Signature]
DIP. MUN. USICAYOS
ALCALDE

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

CROQUIS
DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.
LOCALIZACIÓN
9. DESEMBOCADURA FINAL: La desembocadura final se encuentra en el C.P. Sallaconi, al río más de USICAYOS.
DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL
<ul style="list-style-type: none">Desemboca aguas residuales de mayor caudal, los pobladores del C.P. Sallaconi están en contra de estas aguas residuales, que verdaderamente genera el mal olor muy fuerte.
CAUSA/ORIGEN
<ul style="list-style-type: none">Las descargas de las aguas servidas por parte de la comunidad de sallaconi, por lo tanto los pobladores están desesperados con estos malos olores desagradables, impactos

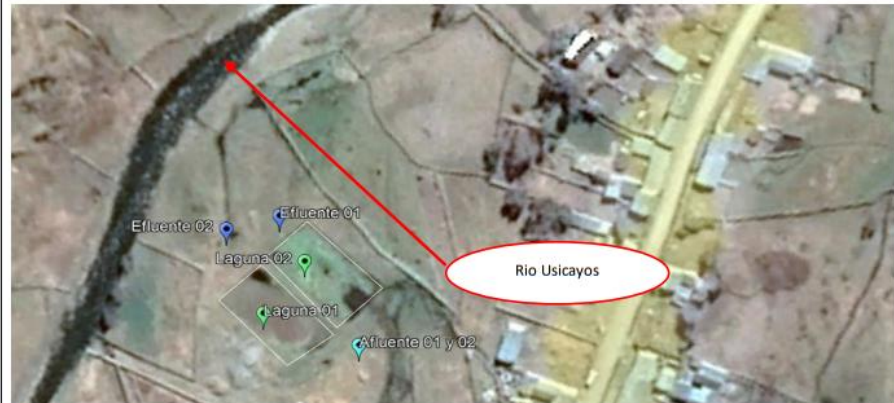
[Handwritten signature]
A. [unclear]
DNI 0
N.E. REP
JCA

[Handwritten signature]
Dpto. San Pedro de Cuzco
Municipalidad Distrital
ALCALDE
[Seal]

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

visuales negativos que atentan contra la salud pública de lalos pobladores cercanas y de aquellas que se surten más adelante de estas aguas como fuente de suministro; siendo necesario la implementación de un plan para el manejo y tratamiento de las aguas residuales, orientado a disminuir los niveles de contaminación o el posible reubicación de esta planta de tratamiento.

CROQUIS



DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.

LOCALIZACIÓN

10. ACOMULACION DE LODOS EN LAS LADERAS: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, también lo llaman lagunas de oxidación.

DECRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- Acumulación de lodos en las laderas de las dos lagunas que generan malos olores.



CAUSA/ORIGEN

V. S. A.
Vigil. Invasa Puc
DNI: 616 47 20
PRESIDENTE AS AGU

Alfonso Quiroga
A. Quiroga Quiroga
DNI: 616 97 217
N.E. REP DESAGUE COMUNICAD
USICAYOS

Alfonso Quiroga
Rep. Desagüe
Dist. Usicayos
DNI: 616 97 217
N.E. REP DESAGUE COMUNICAD
USICAYOS

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

- Debido a que la limpieza o mantenimiento no se hace de una forma continua las compuertas dejaron de funcionar.

CROQUIS



DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.

LOCALIZACIÓN

11. ESTUDIO A LA COMUNIDAD DE SALLACONI: Desembocadura de aguas residuales en el rio Usicayos.

DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- El sistema de alcantarillado sanitario solo es Domestico, y no se utiliza para evacuar las aguas pluviales.
- La antigüedad de las redes mayor a 25 años
- Fue construida con el Gobierno Central FONCODES en el año 1997 conformado con un núcleo ejecutor de dicho proyecto.
- El proyecto de la red de Desagüe fue diseñado para una población de 380 hab. según informes de FONCODES.
- La población actual es de 788 hab.
- En las cuales no cuenta con red de alcantarillado sanitario, las aguas se vierten directamente a la red de desagüe de que carece de mantenimiento, ello general malos olores y focos infecciosos.

V. S. A.
Vigil. Invasa Puc
DNI: 616 47 20
PRESIDENTE AS AGUA POTABE

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

Alonso J. J. J.
A. Murillo Castro Alvarado
DNI 01677217
A.E. U. USICAYOS



CAUSA/ORIGEN

- El bajo presupuesto que maneja el área de ATM de la municipalidad hace que no se pueda cambiar las redes de alcantarillado sanitario.
- Debido a una coyuntura política el proyecto de evacuación de aguas pluviales no se ha concluido, estando paralizada la ejecución de obra.

CROQUIS



[Signature]
Municipalidad Provincial de Carabaya
Distrito de Sallaconi
ALCALDIA

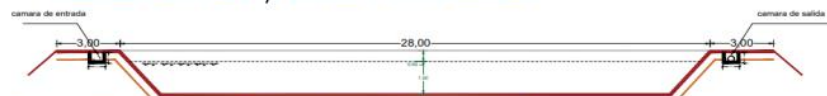
DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE SALLACONI, DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA CARABAYA, DEPARTAMENTO PUNO.

LOCALIZACIÓN

12. BORDE DE LAGUNAS: Ubicada en el mismo del PTAR.

DESCRIPCION DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- Los bordes de la planta cuentan con una pendiente adecuada lo que permite una estabilidad confortable y evitando la erosión del suelo.



- La distancia de separación de laguna a laguna es de 3m.
- Acumulación de Basuras en todos los bordes de la laguna, producto de:
 - a) Residuos sólidos recibidos directamente de las aguas vertidas en el desagüe local.

[Signature]
Municipalidad Provincial de Carabaya
Distrito de Sallaconi
DNI 01647208
PRESIDENTE AS. MUNICIPAL

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

Alcaldía Municipal de Usicayos
A: Municipalidad Usicayos
Del 01699217
N.E. ILEP DESAYE USICAYOS

[Firma]
Jorge Sánchez Cordero
DIRECCIÓN GENERAL
ALCALDÍA



b) Acumulación de Residuos sólidos transportados por el viento.

- Los Lodos Acumulados Tienen Presencia de Residuos Sólidos lo que aumenta el costo de mantenimiento de la planta además de tener una mala imagen paisajística.
- La Basura con los lodos produce un olor desagradable.
- Problemas con tratamiento de aguas por los restos sólidos.
- Presencia de Áreas Verdes en los bordes, falta de una descolmatación.
- Basura en las áreas verdes lo que malogra el entorno paisajístico.

CAUSA/ORIGEN

- El bajo presupuesto que maneja la Oficina de ATM de la Municipalidad Distrital de Usicayos para la descolmatación de la Planta
- Falta de Capacitación al Personal para un manejo Adecuado de estos Lodos
- Mala Ubicación de la PTAR, ya que se encuentra al costado de un Centro de Salud. 4 CROQUIS Los bordes de la planta cuentan con una pendiente adecuada lo que permite una estabilidad confortable y evitando la erosión del suelo. La distancia de separación de laguna a laguna es de 3m. Falta del Equipo idóneo para realizar este tipo de trabajos de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residuales (Laguna de Oxidación)

CROQUIS



2.3. DEFINIR EL TIEMPO

Para realizar el siguiente diagnostico situacional se tuvo que designar.

“Diagnostico situacional de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Sallaconi”

Manuel Torres
A. Torres Torres
C. Torres Torres
D. Torres Torres
E. Torres Torres
F. Torres Torres
G. Torres Torres
H. Torres Torres
I. Torres Torres
J. Torres Torres
K. Torres Torres
L. Torres Torres
M. Torres Torres
N. Torres Torres
O. Torres Torres
P. Torres Torres
Q. Torres Torres
R. Torres Torres
S. Torres Torres
T. Torres Torres
U. Torres Torres
V. Torres Torres
W. Torres Torres
X. Torres Torres
Y. Torres Torres
Z. Torres Torres

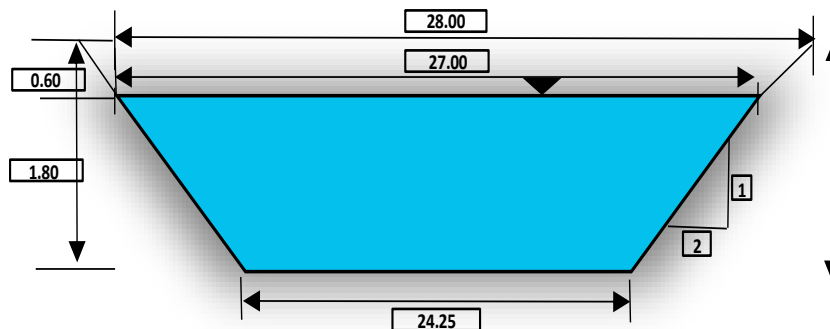
- a. El estudio que se realizó en la planta de tratamiento de aguas residuales no cuenta con el mantenimiento adecuado, a causa de esto genera los malos olores y afecta a la población en cuanto, a la salud, como dolor de cabeza, náuseas, etc.
- b. A causa de no tener el botadero de basura la planta de tratamiento de aguas residuales (lagunas de oxidación), los residuos sólidos como papel, plásticos etc. son llevados por el viento ala PTAR, y estos son acumulativos porque no se cuenta con el mantenimiento constante de limpieza.
- c. El predio que fue escogido para la planta de tratamiento de aguas residuales de Sallaconi – Usicayos, el cual no cuenta con arbolado considerable en la zona donde se construyó las instalaciones del PTAR.
- d. Durante la etapa de mantenimiento y operación de la planta se debe efectuar el mantenimiento continuo de las estructuras que compone la PTAR, evacuación de entrada y salida, lagunas de oxidación, tuberías de distribución etc. para prevenir obstrucciones al realizar la limpieza.

RECOMENDACIONES:

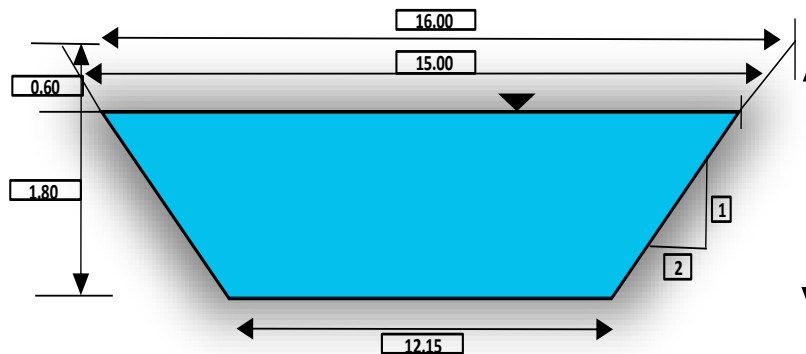
- a. Para la visita técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales se tiene que llevar el equipo de protección personal (EPP).
- b. Se recomienda a la población muy cercana del PTAR que tomen las precauciones debidas para así no tener problemas en su salud.
- c. Elaborar un plan de seguridad, contingencia y mitigación.

NEXOS:

LARGO DE LA LAGUNA PRIMARIA CALCULADA



ANCHO DE LA LAGUNA PRIMARIA CALCULADA



Anexo 10. Mapa de Ubicación de Puntos de Muestras



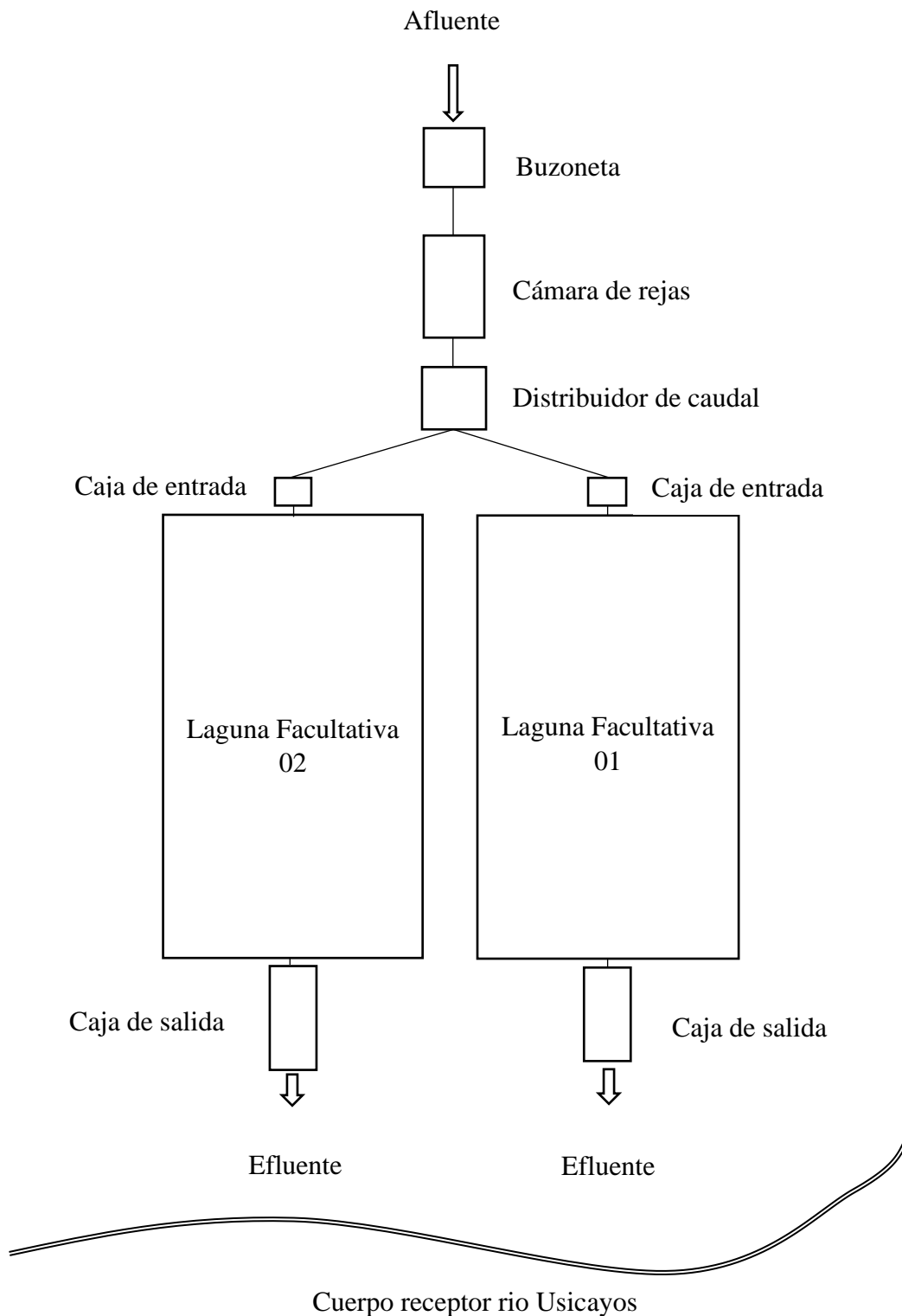


Anexo 11. Características de la laguna de oxidación facultativa

RESUMEN LAGUNA PRIMARIA FACULTATIVA			
Descripción	Cantidad	Unidad	Observaciones
Numero de primarias	1.00	Unid.	
Inclinación de taludes (z)	2.00		
Profundidad útil	1.80	m	
Borde libre	0.60	m	
profundidad total	2.40	m	
Dimensiones de coronación			
Longitud	28.00	m	
Ancho	16.00	m	
Dimensiones del espejo de agua			
Longitud	27.00	m	
Ancho	15.00	m	
Dimensiones de fondo			
Longitud	24.25	m	
Ancho	12.15	m	
Caudal de efluente unitario			
Caudal	451.01	m ³ /día	
	5.22	L/s	
Área unitaria laguna secuencia en coronación			
Área	0.04	Ha	



Anexo 12. Características de la laguna de oxidación facultativa



Jorge Saúl Puma Quispe
Jorge Saúl Puma Quispe
DNI N° 01698186
ALCALDE

A. Muriel Quispe Chucho
A. Muriel Quispe Chucho
DNI 01697217
N.E. RED DESAGUE SUDACCUMI
USICAYOS

Violeta
Violeta Laura Anchauc
DNI: 01647208
PRESIDENTE DE ADESA POTABLE.



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RICHER CONDORI MAMANI,
identificado con DNI 44880172 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INCENTERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN FACULTATIVA DEL
CENTRO POBLADO DE SALLACONI, 2022 "

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 05 de JUNIO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RICHER CONDORI HAMANI,
identificado con DNI 44880172 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS
LAGUNAS DE OXIDACION FACULTATIVA DEL CENTRO POBLADO
DE SALLACONI, 2022"

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 09 de JUNIO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella