



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

TESIS

**“PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUAS SEGUN LOS ECAs
EN CUERPOS RECEPTORES DE UNA GRANJA PORCINA,
ZUNGAROCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, 2018”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

Bach. LUCAS ALBERTO TORRES RENGIFO

ASESOR:

Ing. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.

IQUITOS – PERÚ

2019



UNAP

**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN GESTION AMBIENTAL**



ACTA DE SUSTENTACION N° 016-EFPIGA-FA-UNAP-2019.

En Iquitos, a los 16 días del mes de Agosto del 2019, a horas 10.00 am el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, integrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

- | | |
|---|------------|
| ING. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr. | PRESIDENTE |
| Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr. | MIEMBRO |
| Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc. | MIEMBRO |
| Ing. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc. | ASESOR |

Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía, para escuchar la sustentación de la Tesis titulada: "**PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUAS SEGUN LOS ECAs EN CUERPOS RECEPTORES DE UNA GRANJA PORCINA, ZUNGAROCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, 2018**", presentado por el Bach. LUCAS ALBERTO TORRES RENGIFO, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención, y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

A satisfacción

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:


La tesis ha sido Aprobado por unanimidad

Siendo las 12:00 m. se dio por terminado el acto Felicitando

al sustentante por su trabajo.


Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Presidente


Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr.
Miembro


Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.
Miembro


Ing. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.
Asesor

Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonia del Perú, rumbo a la acreditación

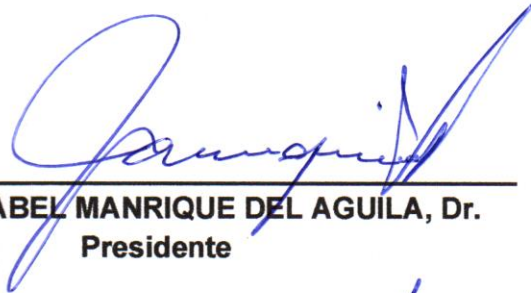
Samanez Ocampo N° 185 - Teléf. 234140 - Maynas - Loreto
<http://www.unapiquitos.edu.pe> - e-mail: agronomia@unapiquitos.edu.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Tesis aprobada en sustentación pública el día 16 de agosto del 2019, por el Jurado Ad-Hoc designado por la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL



**Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Presidente**



**Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr.
Miembro**



**Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.
Miembro**



**Ing. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.
Asesor**



**Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Decano**



DEDICATORIA

Esta tesis dedico en primer lugar a Dios, ya que sin el nada podemos hacer. Dios es quien nos guía, nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr cada meta que anhelamos.

A mis padres, **Rusbel Torres Nascimento y Roxana Rengifo Huaman**, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, por enseñarme que las metas son alcanzables y que una caída no es una derrota, sino el principio de una lucha que conllevara a logros y éxitos.

A mis hermanos **Renzo Torres y Set Torres**, son ellos que me impulsan a seguir adelante, agradecer por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de la vida.

A mi hermano **Niels Bohr Torres (+)** y a mi abuelo **Hermogenes Rengifo (+)**, que siempre confiaron en mí y que hasta el último me brindaron su apoyo, me fortalecieron para no desfallecer en este largo camino.

A **Annie Rodríguez**, que estuvo a mi lado durante este proceso, que me supo entender en mis peores momentos, que compartió su tiempo, su amor y compañía a mi lado, fue la chica que estuvo ahí, cuando no fui nadie y confió en mí, y ahora comparte mis logros.

De igual manera a mis docentes de la Universidad, por brindarme los conocimientos necesarios para ser un profesional eficiente y competitivo en la gestión del ambiente, para la sociedad loreтана, nacional y mundial.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer a **Dios**, por la vida, por brindarme salud sabiduría y fortaleza para poder llegar a esta hermosa etapa de mi vida y al mismo tiempo estar encaminando los objetivos que tengo trazados en la vida.

A mis padres **Rusbel Torres y Roxana Rengifo** por apoyarme en cada decisión y proyecto de vida, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, ¡Gracias por todo, y gracias por tanto!

Mis hermanos, **Renzo Torres, Set Torres y Trinidad Torres**, a mi tía **Isabel Rengifo**, por su infinito amor hacia mí y que con cada acción me demuestran que día a día se tiene que luchar por lo que uno quiere, y que todo sacrificio tiene su recompensa. Porque “**sin sacrificio no hay victoria**”, sabia frase que enmarca y en ruta mis decisiones.

Quiero agradecer a la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana** y a cada uno de sus docentes por brindarme los conocimientos que me ayudaron a desarrollar mi carrera profesional y formar parte de este proceso integral de mi formación.

Quiero hacer un agradecimiento especial al **Ing. Juan Luis Romero Villacrez MSc.**, más que un amigo, es como un padre para mi persona, por sus consejos, su comprensión, paciencia, su apoyo constante y dedicación, por brindarme sus conocimientos para el adecuado desarrollo de este trabajo de Tesis.

Gracias a todas las personas que fueron participe y aportaron sus conocimientos, para que este trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES	14
1.1.1. Descripción del Problema	14
1.1.2. Hipótesis General	15
1.1.3. Identificación de Variables	16
1.1.4. Operacionalización de las variables	17
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.2.1. Objetivo General.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	18
1.3.1. Justificación	18
1.3.2. Importancia	19
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	20
2.1. MATERIALES.....	20
2.1.1. Ubicación del experimento.....	20
2.1.2. Ecología.....	21
2.2. MÉTODOS	21
2.2.1. Disposición experimental	21
2.2.2. Diseño experimental.....	22
2.2.3. Características del experimento.....	22
2.2.4. Del análisis de muestras	25
2.2.5. Parámetros a evaluar	26
CAPÍTULO III. REVISION DE LITERATURA	32
3.1. MARCO TEÓRICO	32
3.1.1. Base Legal.....	32
3.1.2. Sobre aguas residuales.....	40
3.1.3. Parámetros de calidad de aguas	42
3.1.4. Sobre los Estándares de Calidad Ambiental para aguas (ECAs)	44

3.2. MARCO CONCEPTUAL	50
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	60
4.1. DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS	60
4.1.1. Parámetros físicos evaluados en campo	60
4.1.1.1. pH	61
4.1.1.2. Dióxido de carbono CO ₂	61
4.1.1.3. Temperatura	62
4.1.2. Parámetros fisicoquímicos en Laboratorio	62
4.1.2.1. Aceites y grasas	63
4.1.2.2. Potencial Hidrógeno (pH).....	64
4.1.2.3. Sólidos suspendidos totales	65
4.1.2.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	65
4.1.2.5. Demanda Química de Oxígeno DQO ₅	66
4.2. PARÁMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN CUERPOS RECEPTORES DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECAs).....	67
4.2.1. Aceites y grasas	67
4.2.2. pH	70
4.2.3. Sólidos Suspendidos Totales	71
4.2.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno	73
4.2.5. Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes	75
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1. CONCLUSIONES.....	77
5.2. RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	80
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N°1. Puntos de muestreo de laguna receptor (L1) de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía. UNAP.....	24
Cuadro N°2. Puntos de muestreo de laguna receptor (L2) de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía. UNAP.....	25
Cuadro N°3. Métodos utilizados para el Análisis Químico y Microbiológico en Laboratorio de las muestras de las lagunas receptores de agua de una granja porcina.....	26
Cuadro N°4. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR.	39
Cuadro N°5. Composición típica promedio de las aguas residuales de origen doméstico	39
Cuadro N°6. Estándares de Calidad Ambiental ECAs para Agua de los Parámetros a ser evaluados.....	49
Cuadro N°7. Parámetros físicos evaluados en campo experimental	60
Cuadro N°8. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de puntos de muestreo en lagunas receptores en una granja porcina en Zungarococha	63
Cuadro N°9. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de puntos de muestreo en lagunas receptores en una granja porcina en Zungarococha-UNAP.....	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Dióxido de carbono CO_2 en el agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.....	61
Gráfico 2. Temperatura del agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP	62
Gráfico 3. Aceites y grasas en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP	64
Gráfico 4. pH en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP	64
Gráfico 5. Sólidos suspendidos totales en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.....	65
Gráfico 6. Demanda Bioquímica de Oxígeno en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.....	66
Gráfico 7. Demanda Química de Oxígeno en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.....	66
Gráfico 8. Aceites y grasas en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP	70
Gráfico 9. pH en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP	70
Gráfico 10. Sólidos Suspendidos Totales en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.....	72
Gráfico 11. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5 en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP	73
Gráfico 12. Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ubicación del Área Experimental CR-L1 y CR-L2 de las lagunas receptores de agua de la granja porcina de Zungarococha UNAP.....	86
Anexo 2. Ubicación del Área Experimental CR-L1 Y CR-L2 con distancias puntos de muestreo de las lagunas receptores de agua de la granja porcina de Zungarococha UNAP	87
Anexo 3. Muestras de las lagunas receptores de agua de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía	88
Anexo 4. Análisis microbiológico de las muestra de lagunas receptores de agua de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía.	89
Anexo 5. Galería de fotos	90

RESUMEN

El experimento se desarrolló en la ciudad Universitaria UNAP en Zungarococha, Provincia de Maynas, Distrito de San Juan Bautista, donde se utilizó agua de las lagunas receptoras contenientes en su disolución aguas residual procedente de proyecto porcinos de la Facultad de Agronomía, procediendo a identificar los puntos de muestreo (CR/L1-1 al CR/L2-7A), en ambas lagunas receptoras L1 y L2, para la toma de muestras de aguas y su posterior análisis físicos, químicos y microbiológicos, en relación con los Estaderas de Calidad de Ambiental (ECAs) para aguas.

Se concluye que el pH, CO₂ y T° C en campo, en las lagunas receptoras son: pH 6,8; L1 748.0 ppm y L2 785.0 ppm de CO₂, y 30.8°C en promedio, los que no presentan diferencias con respecto a los ECA para aguas. En el caso los aceites y grasas ambas lagunas receptoras (L1 17.0 mg/L y L2 11.2 mg/L) superan los al valor del ECA en la subcategoría E1 Lagos y Lagunas 5.0 mg/L para agua. Los Solidos Suspendidos Totales, muestran valores muy superiores a la normativa vigente del ECA para agua en subcategoría E1 Lagos y Lagunas en ambas lagunas receptoras (L1 151,5 y L2 181,3 mg/L). Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) muestras de ambos cuerpos receptores (L1 91,5 y L2 128,7 mg/L) superan el valor del ECA para agua. En cuanto Coliformes totales indica que en el L1 da un valor de 1 600 NMP/100 mL y L2 16 000 NMP/100 mL, los mismos que son superiores al valor del ECA para agua. En el caso de Coliformes Termotolerantes el L1 da un valor de 40 NMP/100 mL siendo menor al valor del ECA para agua y, el L2 cuyo valor 2 400 NMP/100 mL supera al Estándar de Calidad Agua para agua.

Palabras Claves: Agua residual, ECAs, muestras, lagunas receptoras, estadísticas, ppm, NMP, DBO₅.

ABSTRACT

The experiment was carried out in the University City UNAP in Zungarococha, Province of Maynas, District of San Juan Bautista, where water was used from the receiving lagoons contained in its solution wastewater from pig projects of the Faculty of Agronomy, proceeding to identify the sampling points (CR1-1 to CR2-7A), in both CR1 and CR2 receiving lagoons, for water sampling and subsequent physical, chemical and microbiological analysis, in relation to the Environmental Quality Stands (ECAs) for waters.

It is concluded that the pH, CO₂ and T ° C in the field, in the receiving lagoons are: pH 6.8; CR1 748.0 ppm and CR2 785.0 ppm of CO₂, and 30.8 ° C on average, which have no differences with respect to the ECAs for water. In the case, both receiving oils and fats (CR1 17.0 mg / L and CR2 11.2 mg / L) exceed those of the ECA value in subcategory E1 Lakes and Lagoons 5.0 mg / L for water. Total Suspended Solids, show much higher values than the current ECA regulations for water in subcategory E1 Lakes and Lagoons in both receiving lagoons (CR1 151.5 and CR2 181.3 mg / L). Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) samples from both receiving bodies (CR1 91.5 and CR2 128.7 mg / L) exceed the ECA value for water. As total Coliforms, it indicates that in CR1 it gives a value of 1,600 NMP / 100 mL and CR2 16,000 NMP / 100 mL, which are higher than the ECA value for water. In the case of Thermotolerant Coliforms, the CR1 gives a value of 40 NMP / 100 mL being less than the value of the ECA for water and, the CR2 whose value 2 400 NMP / 100 mL exceeds the Water Quality Standard for water.

Keywords: Wastewater, RCTs, samples, receiving lagoons, statistics, ppm, NMP, BOD₅.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, se hace necesario reflexionar sobre nuestro comportamiento diario con el planeta, debido al incremento poblacional en el mundo, y por las distintas actividades económicas que se desarrollan para producir alimentos, vestido, infraestructura, entre otros. La seguridad alimentaria es uno de los grandes retos que tienen los científicos y agricultores a nivel mundial, cada día se reducen los espacios para producir, se utiliza una serie de productos para controlar plagas y enfermedades, vacunas, fertilizantes, etc., entre se ellos se encuentra la actividad pecuaria, que no solo produce carne, sino para ello se necesita generar raciones que tengan buena conversión alimenticia; para ello, se genera residuos sólidos y líquidos que en la mayor parte no son tratados y fluyen hacia cuerpos receptores que incrementan la carga de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los que a su vez culminan en quebradas, ríos, donde la población hace consumo del agua o realiza otras actividades como la recreación, extracción de recursos hidrobiológicos.

Se hace necesario promover en las instituciones académicas, publico privadas, actuar con responsabilidad ambiental, tratando que sus vertimientos de aguas residuales no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

Es por ello que nos planteamos realizar un monitoreo preliminar de los cuerpos receptores de agua de la granja porcina Zungarococha de la UNAP, verificar si están o no enmarcados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para agua de acuerdo a sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES.

1.1.1. Descripción del Problema.

La actividad agropecuaria, una de las actividades económicas que se desarrollan en nuestra región para producir carne de cerdo, o cualquier otra fuente de proteína animal, cuya oferta abastece a los mercados locales, contribuyendo a sostener la seguridad alimentaria de la población, genera residuos sólidos y líquidos que son vertidos a colectores sin ningún tratamiento, y posteriormente llegan a cuerpos receptores, afectando la calidad del agua, por la presencia de compuestos orgánicos, estableciendo el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, que no debería representar riesgo significativo para la salud de la población, ni al ambiente **(ECAs, Ley N°28611. Ley General del Ambiente)**.

Las aguas residuales sin ningún tratamiento, afectan la salud pública, la vida animal, acuática, etc., perturbando la calidad ambiental, cuyos servicios que brindan las fuentes como agua de consumo, de recreación cuyo contacto primario asegure un recurso de calidad, ajustándose a los valores de los Límites Máximos Permisibles (LMP), cuyo exceso afecta la salud de las personas con presencia de

enfermedades como el cólera, enfermedades diarreicas, parasitosis, etc.

Actualmente, se hace necesario conocer la situación actual de los cuerpos receptores de agua adyacentes a la granja porcina de Zungarococha o cualquier otro cuerpo receptor circundante a estos establecimiento, con el fin de buscar estrategias en el tratamiento de aguas residuales producto de esta actividad, contribuyendo con la gestión ambiental, garantizando la salud pública a través del contacto primario de la población en dichos cuerpos receptores, mediante la conservación de los recursos hídricos y la salud pública.

Entonces, ¿Los parámetros que determinan la calidad de agua presentes en las lagunas receptoras de los vertimientos de aguas residuales del Proyecto porcino Zungarococha-UNAP, no afectan a la salud pública de la población a través del contacto primario y a la gestión ambiental?.

1.1.2. Hipótesis General.

Los parámetros que determinan la calidad de agua, exceden a los ECAs (Estándar de Calidad Ambiental para Agua), en cuerpos receptores adyacentes a una granja porcina en Zungarococha.

1.1.3. Identificación de Variables.

X : Variable independiente.

❖ **Lagunas receptores.**

- CR1.
- CR2.

Y : Variable dependiente.

❖ **ECAs (Estándares de Calidad Ambiental para Aguas)**

- **Parámetros físicos.**

Co₂.

Temperatura °C.

- **Parámetros químicos.**

pH.

Sólidos Suspendidos Totales.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Demanda Química de Oxígeno.

- **Parámetros microbiológicos.**

Coliformes Totales.

Coliformes Fecales Termotolerantes.

1.1.4 Operacionalización de las variables.

Variables	Indicadores	Índices
Independiente		
X: Launas receptores	- CR1 - CR2	- Cerca al vertimiento granja porcina. - Lejano al vertimiento granja porcina.
Dependiente		
Y: ECAs (Estándares de calidad ambiental)	Físicos - Sólidos Suspendedos Totales - CO ₂ - Temperatura	- mg/L - ppm - °C
	Químicos - pH - Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) - Demanda Química de Oxígeno (DQO)	- mg/L - mg/L
	Microbiológicos - Coliformes Totales - Coliformes Fecales Termotolerantes	- NMP/100 ml - NMP/100 ml

Fuente: Elaboración propia. Tesista.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. Objetivo General.

- Evaluar los parámetros que determinan la calidad del agua en lagunas receptoras adyacente a una granja porcina en Zungarococha y determinar su relación con respecto a los ECAs para aguas.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que determinan la calidad del agua en lagunas receptoras adyacente a una granja porcina en Zungarococha.

- Determinar si los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que determinan la calidad de agua en lagunas receptoras adyacentes a una granja porcina en Zungarococha, se ajustan a los ECAs para aguas.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

1.3.1 Justificación.

Según la **Ley Nº26811. Ley General del Ambiente**, establece que, toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, y a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva.

De tal modo, que es el compromiso de todos para actuar con conciencia ambiental, no afectando los ecosistemas, cuyos recursos naturales son vulnerables y, en caso del agua es finito, por tanto, las actividades económicas que se desarrollan en la región, el país y el mundo, entre ellos la actividad agropecuaria, que genera residuos sólidos y líquidos, que van directamente a alcantarillas, cunetas, etc., cuya disposición final es un cuerpo colector y por ende un cuerpo de agua, alterando la calidad de la misma y poniendo en riesgo la salud pública de la población en general.

1.3.2. Importancia.

Es por ello, se hace importante monitorear los cuerpos de agua circundantes a proyectos o infraestructuras donde se desarrollan las diferentes actividades agropecuarias en la región, los mismos que no garantizan tratamientos adecuados de residuos sólidos y líquidos que generan, cuya disposición final termina en cuerpos de agua donde la mayoría de la población tiene acceso directo o indirecto, siendo el agua componente principal para la preparación de alimentos y para la higiene de la población, y además para los componentes biológicos de los ecosistemas acuáticos y a todos los seres vivos en general. Dicho monitoreo, debe estar enmarcado de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para agua, y a los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente. Sin embargo, es resaltante mencionar la importancia de producir alimentos, a través de actividades económicas, entre ellos la pecuaria, a fin de garantizar la seguridad alimentaria de la población, la misma que debe minimizar los efectos negativos al ambiente, la salud pública, la diversidad biológica de los ecosistemas.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES.

2.1.1. Ubicación del experimento.

El estudio se desarrolló en la ciudad Universitaria UNAP, Proyecto Porcinos de la Facultad de Agronomía, Región Loreto, Provincia de Maynas, Distrito de San Juan Bautista.

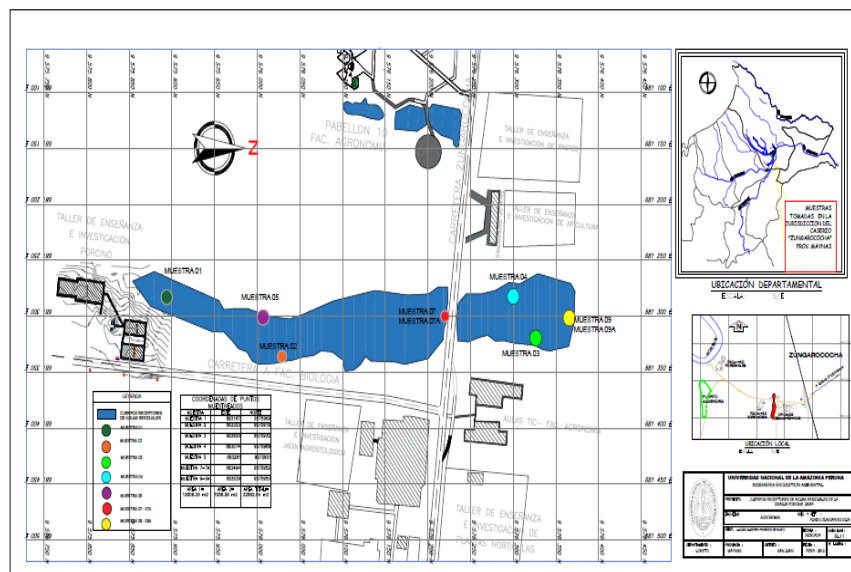
Las coordenadas son las siguientes:

UTM : 0681314 E

9575867 N

Altitud : 92 m.s.n.m

Fuente: GPS Garmin *etrex 30x*



Fuente: Elaboración propia. Tesista.

Asimismo, se indica que el lugar donde se encuentra ubicado la granja porcina de la UNAP, tiene un cuerpo receptor (CR) con dos (02) Lagunas: 1) L1, se encuentra a 25 m aproximadamente de los galpones de la granja porcina, que actúa como primer receptor de los vertimientos sólidos y líquidos, laguna: 2) L2, ubicado a 500 m aproximadamente del punto inicial, que recepciona sólidos y líquidos de la L1 que posteriormente fluyen hasta otras lagos antes del río Nanay, Ver Anexo 1 y 2.

2.1.2. Ecología.

ROMERO Y MARQUEZ (2018) mencionan a **Kalliola y Flores (1998)**, quienes manifiestan en un trabajo realizado en la zona del área de estudio que está situado en la parte Nor oriental del Perú, denominada como Selva Baja, son zonas representativas del llano amazónico tropical, con una precipitación de 2400 mm en promedio, temperatura promedio de 24°C, una humedad relativa de 82 – 86%.

2.2. MÉTODOS.

2.2.1. Disposición experimental.

Para el monitoreo y toma de muestras de agua, se procederá según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de agua, tomando en cada punto, las coordenadas, pH, temperatura, CO₂, luego se tomaron las muestras y se llevó al Laboratorio para efectuar el Análisis Físico Químico y Microbiológico.

2.2.2. Diseño experimental.

Se empleó el método Descriptivo observacional. Se dispuso de puntos de muestreo convencional en ambas lagunas receptores (L1 y L2), donde se tomaron muestras de agua de los puntos de muestro CR-Laguna(1) 1 al CR-Laguna(2) 9A para evaluar y comparar los datos con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECAs) y con el **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-ECA**. Los datos obtenidos se analizaron y se concluyó con la ayuda de la Estadística descriptiva.

2.2.3. Características del experimento.

- **Del área experimental.**

El estudio se desarrolló en las lagunas receptores L1 y L2 lagunas adyacentes a la granja porcina de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria UNAP de Zungarococha, Provincia de Maynas, Distrito de San Juan Bautista, que actúan como lagunas receptores de sólidos y líquidos de la granja porcina, cuyo espacio fue acondicionado por la naturaleza del mismo, las mismas que se encuentran siempre abastecidas de agua que fluye desde las partes más altas y son constantemente abastecidas con agua de la precipitación que se da en la zona.

- **Cuerpo receptor (CR): Laguna 1.**

Se encuentra ubicada a 25 m de la granja porcina de Zungarococha de la UNAP. Que nace de forma natural de las

escorrentías de aguas acumuladas por las precipitaciones en las partes altas de los humedales (aguajales) de la zona de estudio. Para la toma de muestras se procedió a delimitar el área por conveniencia en diferentes puntos de muestreo (5 puntos de muestreo), de donde se tomaron las muestras (Fig.1. Anexo), donde predomina esencialmente una fabácea como es el “kudzu” (*Pueraria phaseoloides*), asimismo, se puede observar algunas palmeras de “aguaje”, (*Mauritia flexuosa*), ya que el área ha sido intervenida antropicamente, donde ya se estableció especies por sucesión, encontrando también algunas lianas, “picho huayo” (*Siparuna guianensis*), “huamansamana” (*Jacaranda copaia*), “cetico” (*Cecropia ficifolia*)

En el CR-L1 se ubicaron 5 puntos de muestreo por conveniencia (Cuadro N°1), tratando de incluir que la muestra sea representativa del área del espejo de agua de 15,806.26 m², donde fluyen sólidos y líquidos de las instalaciones de la granja porcina UNAP de la Facultad de Agronomía. Inicialmente se tomó 4 muestras del CR-L1 tal como se indica en el Cuadro N°1 para el Análisis fisicoquímico el día 21 de marzo del 2019. Posteriormente se tomó otra muestra (CR-L1:7A) de la zona de evacuación para el Análisis microbiológico el día 29 de marzo del 2019.

Cuadro N°1. Puntos de muestreo de laguna receptor (L1) de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía. UNAP.

Código N°	Punto de muestreo	Coordenadas		Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Origen de la muestra	Volumen (ml)
		Este	Norte				
1	*CR1-1	683167	9575894	21/03/19	10.40 am	CR1	500
2	CR1-2	683303	9575916	21/03/19	11.00 am	CR1	500
3	CR1-5	683600	9575932	21/03/19	11.20 am	CR1	500
4	CR1-7	683574	9575969	21/03/19	11.40 am	CR1	500
5	CR1-7A	683574	9575969	21/03/19	9.00 am	CR1	500

Fuente: Elaboración propia. Tesisista

* CR = Cuerpo Receptor

* L1 = Laguna 1

- **Laguna (2).**

Está ubicado a 500 m aproximadamente del punto inicial (granja porcina Zungarococha) después de la Carretera que conduce a Llanchama. El área de espejo de agua es de 7,056.28 m², donde se tomó una muestra que tiene evacuación y deposita finalmente sus aguas al río Nanay. La vegetación que se observa en dicha área es particularmente herbácea, encontrando entre ellos el “pasto nudillo” *Brachiaria mutica*, y otras especies de lianas, que se desarrollan en estos estanques.

En el CR-L2 se tomó cuatro muestras (04) de los cuales tres (03) fueron para el Análisis fisicoquímico el día 21 de marzo del 2019 y uno (01) para el Análisis microbiológico (L2-9A) el día 29 de marzo, tal como se indica en el Cuadro N°2

Cuadro N°2. Puntos de muestreo de laguna receptor (L2) de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía. UNAP.

Código N°	Punto de muestreo	Coordenadas		Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Origen de la muestra	Volumen (ml)
		Este	Norte				
1	CR2-3	683281	95755951	21/03/19	12.0 m	CR2	500
2	CR2-4	683494	95755952	21/03/19	12.20 pm	CR2	500
3	CR2-9	683639	95755950	21/03/19	12.40 pm	CR2	500
4	CR2-9A	683639	95755950	29/03/19	9.30 am	CR2	500

Fuente: Elaboración propia. Tesista

* CR = Laguna Receptor

* L2 = Laguna 2

2.2.4. Del análisis de muestras.

Las muestras fueron recolectadas en la L1 cinco (05) muestras, y en la L2 cuatro (04) Cuadros N°1 y 2 respectivamente, en siete (07) puntos de muestreo, ver Anexo 1 y 2, las mismas que fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis Químicos Industriales de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Para la obtención de resultados se utilizó los siguientes métodos:

Cuadro N°3. Métodos utilizados para el Análisis Químico y Microbiológico en Laboratorio de las muestras de las lagunas receptores de agua de una granja porcina.

N°	DETERMINACIONES	UNID	MÉTODO
1	Aceites y grasas	mg/l	Gravimétrico
	pH	mg/l	Electrométrico
2	Sólidos Totales	mg/l	Gravimétrico
3	DBO ₅ mg/l	mg/l	Método de Winkler, luego de incubación de 5 días
4	DBO mg/l	mg/l	Método de Oxidación
5	Análisis microbiológico		APHA. Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliforms. 9221 B. APHA. Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliforms. 9221 E.

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos Industriales. FIQ. Laboratorio de Microbiología de Alimentos. FIIA.UNAP

2.2.5. Parámetros a evaluar.

➤ **Aceites y grasas.** Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo.

Las sustancias grasas se clasifican en grasas y aceites. Teniendo en cuenta su origen, pueden ser animales o vegetales.

- Grasas animales, como el sebo extraído del tejido adiposo de bovinos y ovinos, grasa de cerdo, la manteca, etc.
- Aceites animales, entre los que se encuentran los provenientes de peces como sardinas y salmones, del hígado del tiburón y del bacalao, o de mamíferos marinos como el delfín o la ballena; de las patas de vacunos, equinos y ovinos se extraen también aceites usados como lubricantes e impermeabilizantes.
- Aceites vegetales, el grupo más numeroso; por sus usos pueden ser clasificados en alimenticios, como los de girasol,

algodón, maní, soja, oliva, uva, maíz y no alimenticios, como los de lino y coco.

Asimismo, se puede añadir que, son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual, extraído de internet:

<https://www.porcicultura.com/micrositio/Premezclas-Energ%C3%A9ticas-Pecuarias/Evaluacion-del-contenido-de-grasas-y-aceites-en-descargas-de-agua-residual-porcicola-con-diferentes-fuentes-energeticas-en-la-dieta-alimenticia>

- **pH.** Se determinó mediante el método Electrométrico. El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H⁺) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH⁻), la sustancia es ácida.

Características.

- La concentración de ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales.
- Todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como o la neutralización ácido – base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, depende del pH.
- El agua residual con concentración de ión hidrógeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ión hidrogeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.
- A una temperatura determinadas, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ion hidrogeno o pH.

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRU_PO%20DE%20USO%201.pdf

- **Sólidos suspendidos totales.** Se determinó mediante el método Nefelométrico. Los sólidos en suspensión son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por

medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua.

Características:

- Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.
 - Los “sólidos totales” es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporización de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida.
 - Las sustancias no disueltas usualmente se denominan materia suspendida o sólidos suspendidos, pocas veces se realizan pruebas de sólidos suspendidos, estos generalmente se evalúan por medición de turbiedad.
 - Sólidos suspendidos y los sólidos suspendidos volátiles se emplean para evaluar la concentración de los residuos domésticos industriales.
- **Demanda bioquímica de oxígeno DBO₅.** Se determinó por el Método de Winkler, luego de incubación de 5 días. La DBO₅ expresan la materia orgánica en términos generales, pero no indican su composición, la cual es muy variada. Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de

metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, más otros componentes propios de los vegetales como pigmentos DBO: Es el parámetro de contaminación orgánica. Es el resultado de la degradación de tres tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), nitrógeno oxidable (nitrosomas y nictrobacter), compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD).

Características.

- Los resultados de los ensayos de DBO se emplea para:
 1. Determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente;
 2. Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales;
 3. Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento y
 4. Controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos.
- El período de incubación es, normalmente, de 5 días a 20°C, aunque también se pueden adoptar diferentes periodos de tiempo y temperatura.
- La medición del oxígeno disuelto se hace antes y después del período de incubación.

- La oxidación es un proceso lento. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 al 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y el 70%.
 - La determinación de la DBO_5 está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.
 - Se define la DBO_5 como el monto de oxígeno consumido por microorganismos para oxidar biológicamente la materia orgánica, cuando se incuba una muestra en la oscuridad durante 5 días a 20°C.
- **Coliformes totales y coliformes fecales.** El análisis de las muestras se desarrolló en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Para determinar el NMP de bacterias se utilizó el método APHA (Multiple Tubes Fermentation Technique/Total Coliforms. 9221 B y E. Luego se comparó con los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

CAPÍTULO III

REVISION DE LITERATURA

3.1. MARCO TEÓRICO.

3.1.1. Base Legal.

- Ley N°29338. Ley de Recursos Hídricos.
- Ley N°30588. Ley de Reforma Constitucional que reconoce el derecho del acceso al agua como derecho constitucional.
- Ley N°28611. Ley General del Ambiente.
- R.J. N°139-2016-ANA. Priorización de Cuencas para la Gestión de Recursos Hídricos.
- D.S. N°004-2017- MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- R. J. N°042-2016-ANA. Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos.
- R. J. N°224 – 2013 – ANA. Reglamento de Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas.
- R. J. N°136 – 2008 – ANA. “Lineamientos para la Identificación y Seguimiento de Fuentes Contaminantes Relacionadas con los Recursos Hídricos”.

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

Según la Ley General del Ambiente (Ley N°28611) dice:

- **Artículo 120.2: De la protección de la calidad de las aguas.** El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.
- **Artículo 121. Del vertimiento de aguas residuales.** El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

Asimismo, es importante mencionar según la legislación peruana, que entidades están vinculadas a la fiscalización ambiental de las aguas residuales municipales en el Perú, (**OEFA, 2014**):

1. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Es el ente rector del Estado en los asuntos relacionados al sector saneamiento y tiene las siguientes funciones:

- Formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar y supervisar la política nacional en dicho sector, así como evaluar permanentemente sus resultados, adoptando las correcciones y medidas correspondientes.
- Generar las condiciones para el acceso a los servicios de saneamiento en niveles adecuados de calidad y sostenibilidad.
- Asignar los recursos económicos a los gobiernos locales y las EPS Saneamiento para la construcción de obras de saneamiento y otorgar la certificación ambiental a dichos proyectos.
- Fiscalizar el cumplimiento de los compromisos ambientales contenidos en los instrumentos de gestión ambiental de los proyectos de saneamiento a nivel nacional y de los límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

2. Autoridad Nacional del Agua

- Autoriza los vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial, las cuales son vinculantes.

- Verifica el cumplimiento de los ECA en los cuerpos de agua e impone sanciones, y puede suspender las autorizaciones otorgadas si verifica que el agua residual tratada, puede afectar la calidad del cuerpo receptor o sus bienes asociados.
- Autoriza el reúso de agua residual, bajo previa acreditación de que no se pondrá en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la fauna y flora, o se afecte otros usos.

3. Gobiernos Locales

Municipalidades Provinciales. Tienen la función de regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial. Por ello, administran o contratan los servicios de una EPS Saneamiento o la que haga sus veces. Asimismo, son responsables por el acceso y la prestación de los servicios de saneamiento en el ámbito de su provincia.

Municipalidades Distritales. Conjuntamente con su municipalidad provincial, tienen la función de administrar y reglamentar directamente o por concesión, el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.

4. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (OEFA).

El OEFA, ejerce funciones de evaluación, supervisión y fiscalización en lo referido al tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades económicas de sectores como la mediana y gran minería, hidrocarburos en general, electricidad, procesamiento industrial pesquero, acuicultura de mayor escala, así como producción de cerveza, papel, cemento y curtiembre de la industria manufacturera.

Los titulares de las actividades económicas descritas deben cumplir con no exceder los LMP para los efluentes que generan antes de que sean descargados a la red de alcantarillado o a los cuerpos receptores. El OEFA es la autoridad facultada para supervisar directamente en estos casos, así como también de aplicar sanciones en caso se excedan los LMP.

Asimismo, como ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, supervisa la labor fiscalizadora de las EFA, entre las cuales se encuentran las municipalidades distritales y provinciales, los gobiernos regionales, la Autoridad Nacional del Agua, o los ministerios (Producción, Agricultura y Riego, etc.) que tienen la responsabilidad de supervisar el adecuado manejo de las aguas residuales respecto de las actividades económicas que se encuentran dentro del ámbito de su competencia.

5. Otras entidades vinculadas al control de las aguas residuales en el Perú.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS):

Es la entidad que vela por la calidad del servicio que deben brindar las EPS Saneamiento. Norma, regula, supervisa y fiscaliza, dentro del ámbito de su competencia, la prestación de servicios de saneamiento a nivel nacional y, de acuerdo a su rol regulador, también es responsable de sancionar y solucionar controversias y reclamos.

Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento):

Tienen como finalidad operar y mantener en condiciones adecuadas los componentes de los sistemas de abastecimiento de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, y deben prestar dichos servicios con oportunidad y eficiencia.

Para ello, las EPS Saneamiento están obligadas a:

- Producir, distribuir y comercializar agua potable, así como recolectar, tratar y disponer adecuadamente las aguas servidas.
- Recolectar las aguas pluviales y disponer sanitariamente las excretas.
- Ejecutar programas de mantenimiento preventivo anual a fin de reducir riesgos de contaminación de agua para consumo, de interrupciones o restricciones de los servicios.

- Realizar un control de los Valores Máximos Admisibles (VMA) a través de laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), estando facultado para imponer sanciones en caso el generador incumpla con las obligaciones dispuestas en la normativa vigente, sin perjuicio de la aplicación de sanciones establecidas en otras leyes y reglamentos.

Ministerio de Salud (MINS):

El Ministerio de Salud, a través de Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), tiene la función de establecer las normas técnicas sanitarias para el abastecimiento de agua para consumo humano; y el manejo, reúso y vertimiento de aguas residuales domésticas y disposición de excretas. Asimismo, vigila la calidad sanitaria de los sistemas de agua y saneamiento para la protección de la salud de la población. También, diseña e implementa el sistema de registro y control de vertimientos con relación a su impacto en el cuerpo receptor.

Según el **Decreto Supremo N°003-2010-MINAM**, se aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales, donde se establece lo siguiente:

Cuadro N°4. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR.

PARÁMETRO	UNID.	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	200
Ph	Unidad	6,5 – 8,5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010- MINAM.

Cuadro N°5. Composición típica promedio de las aguas residuales de origen doméstico.

PARÁMETROS	Concentración		
	Débil	Media	Fuerte
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	110	220	400
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	250	500	1000
Sólidos Totales (mg/L)	350	720	1200
Sólidos suspendidos (mg/L)	100	220	350
Grasas (mg/L)	50	100	150
Nitrógeno Total (mg/L)	20	40	85
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	12	25	50
Fósforo Total (mg/L)	4	8	15
Coliformes Totales (N°/100 ml)	$10^6 - 10^7$	$10^6 - 10^8$	$10^7 - 10^9$

Fuente: Metcaf y Eddy (1 996) citado por Valencia (2 016)

3.1.2. Sobre aguas residuales.

La revista **SABER Y HACER**, de la **Universidad San Ignacio de Loyola (2015)**, cita a **YEE-BATISTA (2013)**, quien afirma que el 80% de la población latinoamericana vive en zonas circundantes a fuentes contaminadas, y que el 70% de aguas residuales no son tratadas, cuyo tratamiento es importante para volver a utilizar el agua, evitar su contaminación y la del ambiente, especialmente por sus efectos en la producción agropecuaria y la salud pública.

Además mencionan a **REYNOLDS (2002)** quien refiere que los pasos básicos para el tratamiento de aguas residuales son: 1) **Pre tratamiento—remoción física** de objetos grandes. 2) **Deposición primaria—sedimentación** por gravedad de las partículas sólidas y contaminantes adheridos. 3) **Tratamiento secundario—digestión biológica** usando lodos activados o filtros de goteo que fomentan el crecimiento de microorganismos. 4) **Tratamiento terciario—tratamiento químico** (por ejemplo, precipitación, desinfección). También puede utilizarse para realzar los pasos del tratamiento primario.”

ROMERO Y MÁRQUEZ (2018), citan a **Martelo y Lara (2012)** quien manifiesta que ciertas plantas acuáticas como las macrófitas flotantes cumplen una función importante en la fitorremediación de las aguas, en la depuración de contaminantes las cuales se dan a través de tres mecanismos primarios: 1) filtración y sedimentación de sólidos, 2) incorporación de nutrientes en plantas y su posterior cosechado y, 2) degradación de la materia orgánica por un conjunto

de microorganismos facultativos asociados a las raíces de las plantas, y en los detritos del fondo de la laguna, dependiendo del diseño.

GUEVARA Y RAMÍREZ (2015), cita a **Agami y Reddy, (1990)**; **Paris et al. (2000)**, quienes indican que la actividad industrial y agrícola ha acelerado la contaminación del medio ambiente y la consecuente modificación de los ecosistemas, por lo que se hace necesario utilizar técnicas de fitorremediación para mitigar los impactos, como herramienta para la limpieza efectiva de los sitios contaminados con metales como zinc, cromo, cobre, cadmio, plomo, mercurio y níquel; además de colorantes sintéticos, hidrocarburos, plaguicidas y solventes clorados.

AZNAR JIMENEZ (2000), cita a UNE 77037:1983, UNE 77038:1983, donde se manifiesta que los aceites y grasas en los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo con ellos su sedimentación y formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador.

Al referirse a la temperatura manifiesta que la temperatura del agua tiene una importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. Agrega que, la

actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q_{10}), aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor, extraído de internet:

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

3.1.3. Parámetros de calidad de aguas.

El agua es un recurso fundamental para la vida, por tanto su cuidado y gestión de la calidad depende los humanos, si bien es cierto, este derecho fundamental está regulado por la Constitución Política del Perú, donde toda la población debe acceder al recurso que garantice calidad para la salud pública. Al considerarse como un recurso vulnerable y finito, es necesario que en las actividades humanas se prevea mucho factores que pueden limitar su existencia, y por tanto su escasez. Al respecto, **TORRES PORTILLA (2017)** cita a **Sartorius (2015:245)**, quien señala que:

“El agua es un recurso imprescindible para la existencia de cualquier ser vivo, y se erige en elemento trascendental para el desarrollo de múltiples actividades del ser humano, entre las cuales se pueden destacar; la alimentación, la sanidad, la industria, la agricultura y la recreación. El recurso hídrico incide especialmente en la salud ya que es el medio por el cual las

personas pueden prevenir enfermedades, pero también contagiarse, lo que depende básicamente de su potabilidad”.

En el Perú existen gran cantidad de cuencas y lagos naturales, que a su vez son afectados por actividades antropogénicas, entre ellos la actividad agropecuaria. Al respecto, **TORRES PORTILLA (2 017)** dice que actualmente un gran número de cuencas hidrográficas no cumple con el ECA - Agua, objetivos para la adecuada calidad del agua – toda vez que vienen siendo afectados por la contaminación o deterioro de su calidad, como consecuencia de los factores naturales y antropogénicos (por las distintas actividades poblacionales y productivas) que se desarrollan a lo largo de la cuenca, siendo un impedimento para lograr un uso eficiente del recurso, afectando la salud de las personas y las distintas actividades que se desarrollan en estas.

Agrega que al respecto. La Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos muestra los resultados de la calidad de los recursos hídricos en el período 2000 – 2012, determinan que los parámetros coliformes termotolerantes, arsénico, plomo y cadmio (para fines de riego) asociados a las descargas de aguas residuales poblacionales, pasivos ambientales mineros, minería informal (donde corresponden) y características naturales por la geología muestran niveles de afectación a la calidad de los recursos hídricos con fines de riego (en las tres vertientes) y para fines poblacionales (vertientes del Pacífico y Amazonas) (2016: 3)

A finales del 2015 ha logrado monitorear 125 cuencas hidrográficas que representan el 84% respecto al total nacional (159 unidades hidrográficas), además del monitoreo del lago Titicaca y principales bahías como Sechura, Paita y Ferrol, los cuales no son considerados como unidades hidrográficas. Como resultado de los monitoreos realizados hasta el año 2014, la ANA ha identificado 41 unidades hidrográficas cuyos parámetros exceden los ECA – Agua 2008 (2016: 4)

3.1.4. Sobre los Estándares de Calidad Ambiental para aguas (ECAs).

En 2017, mediante **DS N°004-MINAM**, se aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para agua, en la que define:

“Como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, presentes en el agua, aire o suelo, en su condición de cuerpo receptor que no representa riesgo significativo para la salud de las personas y del ambiente”.

Entre ello, también se establece categorías, según el Artículo 3, numeral 3.1, **Categoría 1. Poblacional y recreacional**, clasificando en: Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, entre ellas se tiene: 1) aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, 2) aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, 3) aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. Dentro de la subcategoría B:

Aguas superficiales destinadas para recreación: 1) contacto primario y 2) contacto secundario.

De acuerdo a los ecosistemas de la Selva, y de acuerdo con la naturaleza de los cuerpos receptores de agua donde se desarrolló el estudio, se cree indispensable mencionar la **Categoría 4. Conservación del ambiente acuático**, donde dice: Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de los ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas. Comprende también la **Subcategoría E1: Lagunas y lagos** como aquellos cuerpos naturales de agua lenticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedades. Asimismo, la **Subcategoría E2: Ríos**, entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección, e incluye a **Ríos de la Selva**, como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

Del mismo modo, según el **Artículo 4 del DS N° 004-MINAM (2017)**, en lo que se refiere a la **Asignación de categorías de cuerpos naturales de agua**, dice:

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus

condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

- 4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

De acuerdo al Artículo 5, en lo que respecta a **Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio**:

- 5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

- a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o a la actividad productiva, extractiva o de servicios.
- b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.
- c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos presentes en el agua y que pueden ser de origen natural o antrópico.
- d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas debajo de

la descarga del efluente, y que influyan en el estado actualidad de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

En el **Artículo 6, Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**, dice:

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de calidad ambiental, en cuanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona o en particular sobre la calidad

ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

- b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos que determinan condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancia o elementos que componen el cuerpo natural de agua, los cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.
- c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.
- d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Cuadro N°6. Estándares de Calidad Ambiental ECAs para Agua de los Parámetros a ser evaluados

N°	Parámetros	Unidad	D.S. N° 03-2010-MINAM-LMP	D.S. N° 04-2017-MINAM-ECA Agua	
				Categoría 4. Conservación del ambiente acuático	
				E1. Lagos y lagunas	E2. Ríos Selva
a. Físicoquímicos					
1	Aceites y grasas (mg/l)	mg/L	20	5,0	5,0
2	pH	Unidad	6,5-8,5	6,5-9,0	6,5-9,0
3	Sólidos suspendidos totales (mL/L)	mg/L	150	≤ 25	≤ 400
4	DBO5 (mg/l)	mg/L	100	5,0	10,0
5	DQO5 (mg/l)	mg/L	200		
b. Microbiológicos					
6	Bacterias Coliformes Totales (NMP/100ml a 35°C)	NMP/100 mL			
7	Coliformes Fecales o termotolerantes(NMP/100ml a 44,5°C)	NMP/100 mL	10000	1000,0	2000,0

Fuente: Decreto Supremo 004-2017-MINAM

VARGAS y MINAYA (2 017) citan a **ANA-A-2016**, donde menciona que debido a la creciente presión e impactos negativos de la actividad antropogénica sobre los recursos hídricos es que se hace necesaria la ejecución de vigilancia y fiscalización de estos recursos que nos permitan evaluar su calidad. El monitoreo orientado a la evaluación de la calidad de recursos hídricos conlleva un diagnóstico de su estado través de la evaluación de indicadores químico-físicos de la calidad del agua, obtenidos a través de mediciones y observaciones sistemáticas de las variables de aguas continentales. Estas mediciones se desarrollan a través de una metodología y procedimientos estandarizados establecidos en el protocolo de monitoreo. La aplicación de estos procedimientos permite minimizar errores y garantizar la generación de datos e información consistente y confiable.

3.2. MARCO CONCEPTUAL.

- **Aguas residuales.** Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. Se clasifican en:

Aguas residuales domésticas. Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.

Aguas residuales industriales. Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

Aguas residuales municipales. Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado, según https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

- **Agua residual agroindustrial.** Es aquella agua residual generada en establecimientos de procesamiento de productos agrícolas, en actividades de limpieza, lavado de frutas, verduras, entre otros, así como los materiales utilizados para el procesamiento (jabas, bandejas, etc). <http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>

- **Agua residual agropecuaria.** Provenientes de las actividades agrícolas, forestales, ganaderas, avícolas, centros de faenamiento y beneficio de animales.

<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>

- **Bacterias.** Las bacterias que se encuentran más frecuentemente en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por lo tanto su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha usado el grupo de las bacterias coliformes como indicadores, ya que su detección es más rápida y sencilla, **ARCOS, (2 005).**

- **Calidad del agua.** La calidad del agua según la Organización Mundial de la Salud – OMS, dice que es un término que se usa para expresar la idoneidad del agua sobre los diferentes usos o procesos. Cualquier uso particular tendrá ciertos requerimientos en cuanto a las características físicas, químicas o biológicas del agua, por ejemplo, los límites en concentraciones de sustancias tóxicas para el uso del agua potable, o restricciones en la temperatura y los rangos de pH para las aguas que mantienen comunidades de invertebrados. Consecuentemente, la calidad del agua puede definirse por una serie de variables que limitan el uso del agua (1996. Capítulo 2) citado por **TORRES PORTILLA (2 017).**

- **Coliformes fecales.** Los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes que soportan temperaturas hasta de 45° C. Estos organismos integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian que son de índole positivo. Son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, la presencia de estos indica contaminación fecal de origen humano o animal. De ellos la mayoría son E. coli. **CARRILLO y LOZANO, (2 008)**
- **Color.** El color en el agua es un indicador de la presencia de materia orgánica disuelta, materia orgánica en suspensión, partículas coloidales, minerales disueltos, ácidos húmicos y taninos entre otras sustancias. Las aguas recién generadas poseen un color gris y cuando ha transcurrido cierto tiempo de circulación en las redes de drenaje o en los cuerpos de agua pueden llegar a tener un aspecto de color negro, seguramente un reflejo de condiciones sépticas, **(VALENCIA, 2 016).**
- **Colmatación.** Proceso de acumulación de materiales (detríticos) arrastrados y depositados por el agua, en un cuerpo de agua. Puede deberse a efectos mecánicos, actividad biológica y procesos químicos naturales o causados por el hombre, **RODRIGUEZ, (2 013).**
- **Cuerpo receptor.** Se refiere a un cuerpo natural de agua continental o marino costero que recibe el vertimiento de las aguas residuales tratadas o sin tratar, **ANA, (2 016).**
- **Contaminación hídrica.** Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir algún material o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o

indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales.

<http://peruecologico.com.pe>.

➤ **Contaminación de los ríos.** La contaminación de los ríos es algo de vital importancia, no sólo para la protección del propio medio ambiente, sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos. Explicado de una forma relativamente sencilla, podríamos indicar que la contaminación de los ríos vendría a consistir en la incorporación, al agua, de materiales considerados como extraños, tales como:

- Productos químicos.
- Microorganismos.
- Aguas residuales.
- Residuos industriales y otros.

<http://peruecologico.com.pe>

➤ **Conductividad del agua.** Agua pura es un buen conductor de la electricidad. El agua destilada ordinaria en equilibrio con dióxido de carbono en el aire tiene una conductividad aproximadamente de $10 \times 10^{-6} \text{ W}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (20 dS/m). Debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. De tal manera, que la conductividad cuando el agua disuelve compuestos iónicos.

<http://elblogverde.com/contaminacion-de-/os-rios>.

Conductividad en distintos tipos de aguas:

- Agua Ultra Pura $5.5 \cdot 10^{-6} \text{ S/m}$
- Agua potable 0.005- 0.05 S/m
- Agua del mar 5 S/m

- **Cuenca hidrográfica.** Es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).** Es la cuantificación de oxígeno utilizada por las poblaciones de microbios del agua del río para capturar la energía contenida en los compuestos de carbono y de amoníaco. El subíndice 5 significa la medición de la cantidad de oxígeno consumida a lo largo de un periodo de cinco días. Dada la población de bacterias suficientes, es la medida de la cantidad de oxígeno que se tomara del agua durante un periodo de cinco días por lo que constituye una medida de impacto ambiental.

www.parametros/organolépticoslminam.com.pe.

- **Dióxido de carbono.** El CO₂ un gas sumamente abundante en la Tierra, **indispensable para la vida tal y como la conocemos** y presente en numerosos compuestos orgánicos, entre ellos los hidrocarburos (gas natural, petróleo, etc.) o el aire que exhalamos los seres vivos aerobios (o sea, que respiramos). La importancia biológica del CO₂ radica en que las plantas lo necesitan para llevar a cabo la fotosíntesis, así como cierto tipo de cyanobacterias para sus procesos de obtención de energía.

<https://concepto.de/dioxido-de-carbono-co2/#ixzz5vyZLZqfF>

- **Demanda química de oxígeno.** La demanda química de oxígeno se mide normalmente en los afluentes y en muestras de aguas receptoras. A diferencia de la DBO₅, es la oxidación química en el agua de compuestos orgánicos e inorgánicos reducidos. Mientras que la oxidación de los compuestos inorgánicos reducidos tales como el hierro, puede darse en el agua receptora, las condiciones químicas (un agente oxidante fuerte con un pH bajo que ayuda a la oxidación de compuestos orgánicos) no oxidante en el medio ambiente natural. El valor de la DBO reside por lo tanto en evaluar la disolución del efluente, más que en estimar el potencial de remoción del oxígeno disuelto del agua receptora www.parametros/organolépticos/minam.com.pe
- **Estándar nacional de calidad ambiental para agua (ECA).** Es la medida que establece el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. <http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>
- **Eutrofización.** Proceso mediante el cual los cuerpos de agua se enriquecen en nutrientes disueltos, por ejemplo fosfatos, nitratos, compuestos nitrogenados. Los nutrientes merman el oxígeno disuelto del agua estimulando el crecimiento de algas y otras plantas acuáticas, <https://boletinagrario.com/ap-6,eutrofizacion,2511.html>
- **Fósforo.** El fósforo en el agua residual se encuentra comúnmente en forma soluble formando ortofosfatos (P – O₄). Otras formas orgánicas se

pueden presentar con materiales orgánicos disueltos o en forma de lodos de residuos domésticos. EL fósforo total está compuesto por la fracción disuelta total y la fracción particulada asociada a sólidos en suspensión. El fósforo es un componente del Adenosina trifosfato (ATP), ácidos nucleicos (ADN, ARN) y fosfolípidos en las membranas celulares.

- **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.

<http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>

- **Monitoreo de calidad de agua residual.** Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua residual, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.

<http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>

- **Muestra de agua.** parte representativa del material a estudiar (para este caso agua residual cruda y tratada) en la cual se analizan los parámetros de interés.

<http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>

- **Muestra simple o puntual.** Es la que se toma en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual. Representa la composición del

agua residual para un lugar, tiempo y circunstancia en la que fue recolectada la muestra.

<http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>

- **Oxígeno disuelto.** Es un indicador clave de la "salud del río", dado que el sistema biológico del río depende del abastecimiento de oxígeno. La cantidad de oxígeno disuelto puede expresarse de dos maneras: como concentración absoluta (en mg/l) o como porcentaje de concentración de la saturación (% de saturación).

www.parametros/organolépticos/minam.com.pe.

- **Parámetros de calidad.** Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad de agua.

<http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>

- **Potencial hidrogeno pH.** El pH tiene una escala de 0 a 14, representa la acidez o alcalinidad del cuerpo de agua, configurándose de 0 a 7 como una sustancia ácida y desde 7 a 14 como alcalina, un valor de pH 7 indica neutralidad. Las aguas naturales pueden tener un pH ácido debido al SO₂, CO₂ disueltos. Las aguas contaminadas por descargas de aguas residuales suelen tener un pH muy ácido, **OCASIO (2008)**.

- **Sólidos disueltos totales.** Materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. Los SDT mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con

poros de 2.0 μm (o más pequeños). Los SD pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. Por esta razón, se ha establecido un límite de 500 mg/L de sólidos disueltos para el agua potable en los Estados Unidos.

www.parametros/organolépticos/minam.com.pe.

- **Sólidos sedimentables.** Es la cantidad de material que sedimenta de una muestra en un período de tiempo. Pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (mL/L) o de una masa (mg/L), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/solidos-sedimentables-aqua.html>

- **Temperatura.** La temperatura es una medida de calor o energía térmica de las partículas de una sustancia. Este factor está relacionado al Oxígeno Disuelto. El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de los gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales, a su vez aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. Este parámetro también interviene en el diseño de la mayoría de procesos del tratamiento del agua, **OCASIO (2008)**.
- **Vertimiento.** Para efectos del presente lineamiento es la disposición final o descarga de líquidos o semilíquidos a un cuerpo de agua natural o artificial.

<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>

- **Vertimiento de aguas residuales.** Es la descarga de aguas residuales originadas por la actividad antropogénica a un cuerpo de agua natural o artificial.

<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS.

4.1.1. Parámetros físicos evaluados en campo.

En el Cuadro N°7, se observa los valores en campo de los parámetros en las lagunas receptores de agua de la granja porcina Zungarococha de la Facultad de Agronomía de la UNAP, donde se observa que el pH d del agua es de 6,8. Asimismo el promedio de dióxido de carbono en el agua es de 775,8 ppm, cuya temperatura también fue de 30,8°C.

Cuadro N°7. Parámetros físicos evaluados en campo experimental.

N°	N° de muestra	Coordenadas		Parámetros físicos en campo			
		ESTE	NORTE	pH (campo)	*CO ₂ (ppm)	***T °C Amb.	***T °C Agua
1	*CR/L1-1	683167	9575894	6,8	720,0	29,7	30,4
2	CR/L1-2	683303	9575916	6,8	742,0	30,1	38,6
3	CR/L1-5	683600	9575932	6,8	746,0	26,3	25,9
4	CR/L1-7	683574	9575969	6,8	784,0	30,8	33,2
5	CR/L2-3	683281	9575951	6,8	791,0	33,3	29,3
6	CR/L2-4	683494	9575952	6,8	785,0	31,5	29,4
7	CR/L2-9	683639	9575950	6,8	780,0	32,6	30,1
8	CR/L1-7 ^a	683574	9575969	6,8	864,0	30,3	29,4
9	CR/L2-9 ^a	683639	9575950	6,8	770,0	29,0	31,1
PROMEDIO					775,8	30,4	30,8

Fuente. Elaboración propia. Tesista.

* CR : *Cuerpo Receptor*

** : *Datos obtenidos con el GPS Garmin Etrex 30x*

*** : *Multiparámetro EXTEC Easy View 80. CO₂ Analyzer*

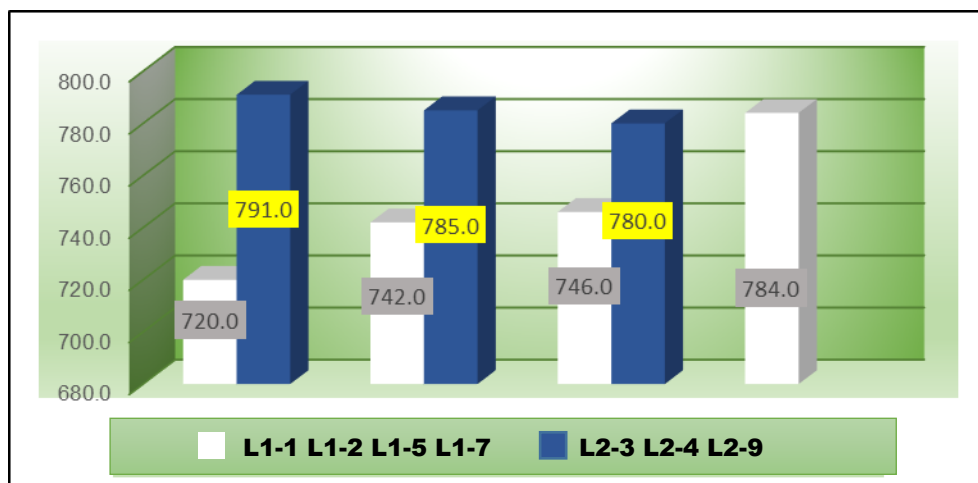
4.1.1.1. pH.

El pH del agua obtenido en el campo en ambas lagunas receptoras circundantes a la granja porcina UNAP, tuvo un comportamiento similar ya que no mostró variación alcanzando un valor del potencial Hidrógeno de 6,8 unidades de pH, tal como se muestra en el Cuadro N°7.

4.1.1.2 Dióxido de carbono CO₂

El dióxido de carbono obtenido en el campo presente en las lagunas receptoras de agua se muestra en el Cuadro N° 7, se observa que los puntos de muestreo del L1 los valores fluctúan entre 720,0 y 784 ppm, con un promedio de 748,0 ppm. En el L2 se observan valores mucho más homogéneos con un promedio de 785,0 ppm de CO₂ (Gráfico 1).

Gráfico 1. Dióxido de carbono Co₂ en el agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.

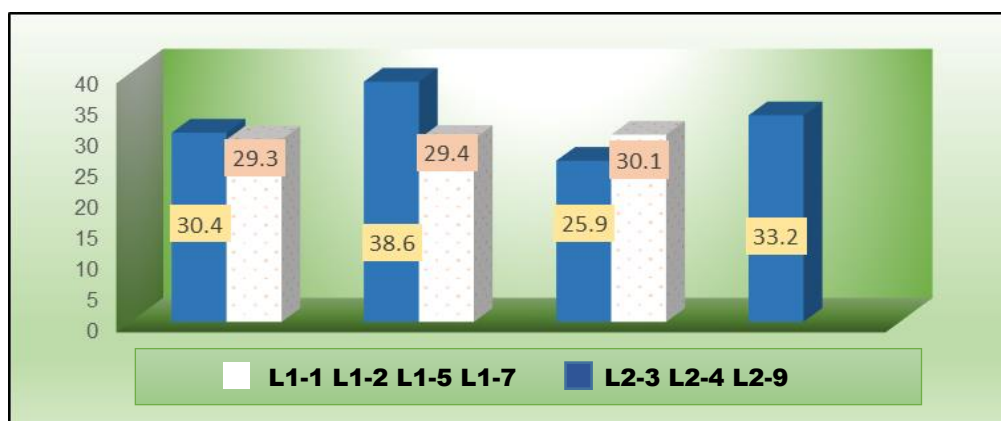


Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.1.1.3. Temperatura.

La temperatura del agua en los puntos de muestreo de las lagunas receptoras (L 1 y 2 respectivamente) se muestra en el Gráfico 2. La temperatura en la laguna receptor 1, cerca de la granja porcina muestra mayor variabilidad fluctuando entre 25,9 a 38,6°C con un promedio de 32°C. En lo que se refiere a la laguna receptor 2, la temperatura varía de 29,3 a 30,1°C con un promedio de 29,6°C.

Gráfico 2. Temperatura del agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.



Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.1.2. Parámetros fisicoquímicos en Laboratorio.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua obtenidos en Laboratorio, de los puntos de muestreo en las lagunas receptoras se muestran en el Cuadro N°8.

Cuadro N°8. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de puntos de muestreo en lagunas receptores en una granja porcina en Zungarococha.

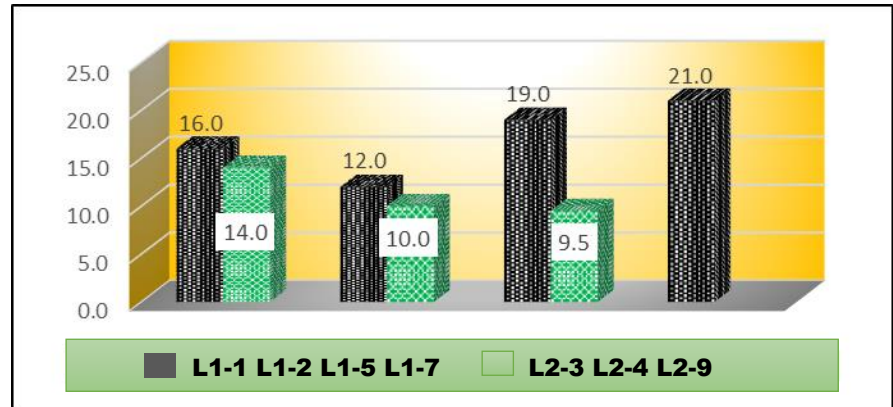
N°	Puntos de muestreo	PARÁMETROS						
		Fisicoquímicos				Microbiológicos		
		Aceites y grasas (mg/L)	pH	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DQO ₅ (mg/L)	Bacterias Coliformes Totales (NMP/100ml a 35°C)	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP/100ml a 44,5°C)
1	CR/L1-1	16,0	5,9	120,0	62,0	120,0		
2	CR/L1-2	12,0	6,8	98,0	105,0	203,0		
3	CR/L1-5	19,0	6,2	187,0	120,0	236,0		
4	CR/L1-7	21,0	5,6	201,0	79,0	157,0		
5	CR/L2-3	14,0	5,1	225,0	110,0	216,0		
6	CR/L2-4	10,0	5,6	189,0	130,0	250,0		
7	CR/L2-9	9,5	5,5	130,0	146,0	275,0		
8	CR/L1-7A						1600,0	48,0
9	CR/L2-9A						16000,0	2400,0
	L1	17,0	6,2	151,5	91,5	179,0		
	L2	11,2	5,4	181,3	128,7	262,5		

Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.1.2.1. Aceites y grasas.

En el Cuadro N°8, se muestra el contenido de aceites y grasas en puntos de muestreo de las lagunas receptores de agua obtenidas en Laboratorio, donde se observa que el L1 muestra en promedio 17 mg/L, mientras que en el L2 11,2 mg/L de aceites y grasas en promedio, en las muestras analizadas, (Gráfico 3).

Gráfico 3. Aceites y grasas en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.

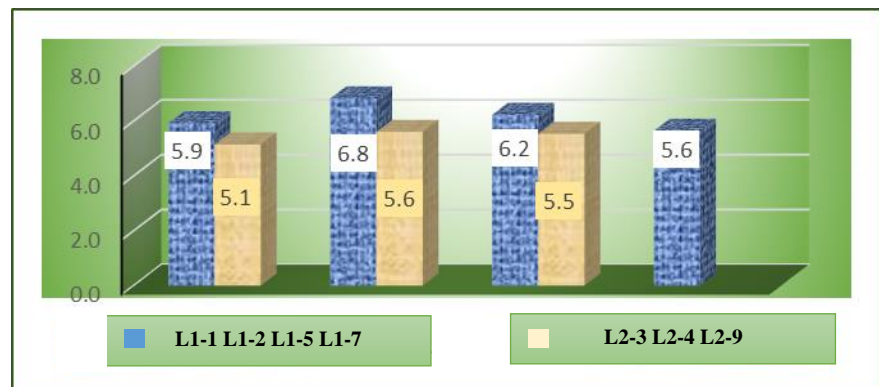


Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.1.2.2. Potencial Hidrógeno (pH).

El pH contenido en las muestras de agua de las lagunas receptores de agua de la granja porcina de la UNAP, tal como se observa en el Cuadro N° 8, el L1 muestra en promedio pH = 6,2, mientras que en el L2 el pH desciende a 5,4 en promedio (Gráfico 4).

Gráfico 4. pH en muestras de agua en lagunas receptores de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.

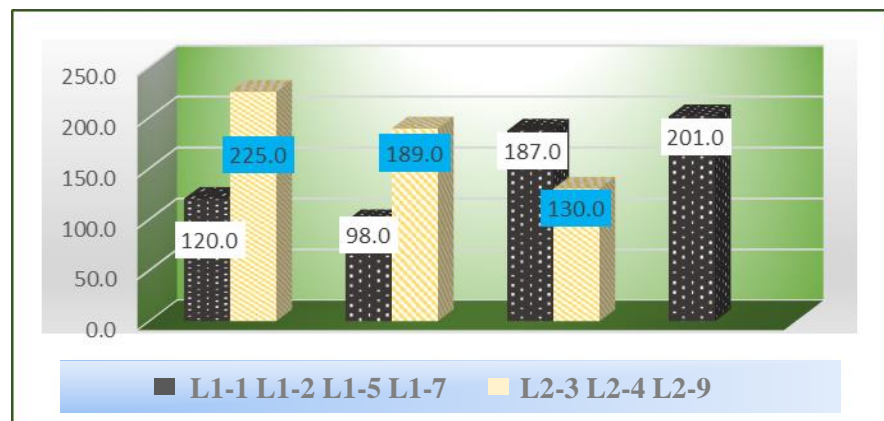


Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.1.2.3. Sólidos suspendidos totales.

Los resultados del análisis de Sólidos suspendidos totales realizado en las muestras de agua de los puntos de muestreo en las lagunas receptoras (L1 y L2) respectivamente se muestran en el Cuadro N° 6, los mismos que en el L1 el promedio es de 151,5 mg/L siendo mayor en el L2 con un valor de 181,3 corroborándose en el Gráfico 5, según puntos de muestreo.

Gráfico 5. Sólidos suspendidos totales en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.

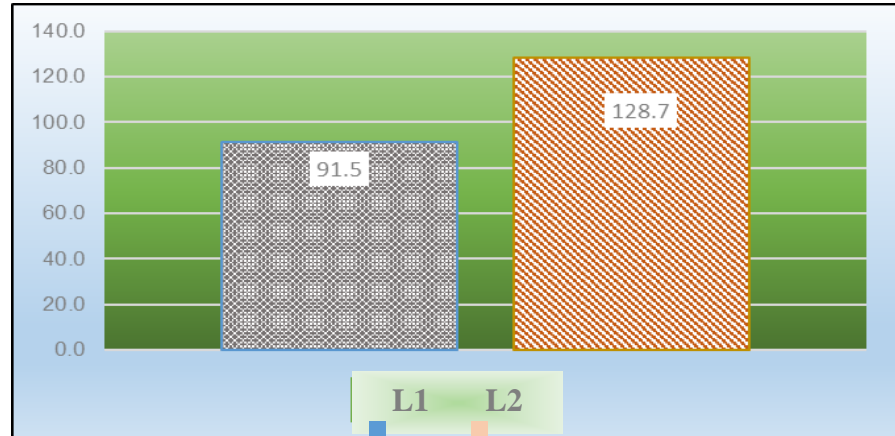


Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.1.2.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅

Los resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las muestras de agua de ambas lagunas receptoras según el análisis de Laboratorio, según el Cuadro N°8, se observa que en el L1 alcanza un promedio de 91,5 mg/L, siendo mayor el valor en el L2 con 128,7 mg/L, tal como se muestra en el Gráfico 6.

Gráfico 6. Demanda Bioquímica de Oxígeno en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.

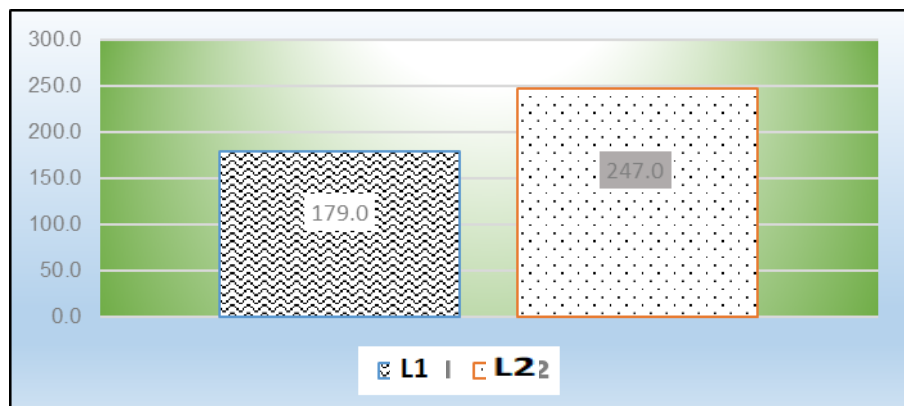


Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.1.2.5. Demanda Química de Oxígeno DQO₅

En el Cuadro N°8 también se muestra mg/L los valores obtenidos en Laboratorio de Demanda Química de Oxígeno DQO₅, donde se observa que en el L1 alcanza un valor en promedio de 179 mg/L, siendo el valor más alto en el L2 con 247 mg/L, tal como se corrobora según el Gráfico 7.

Gráfico 7. Demanda Química de Oxígeno en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.



Fuente. Elaboración propia. Tesista.

4.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN CUERPOS RECEPTORES DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECAs).

En el Cuadro N°9 se observan los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (DS N° 04-2017-MINAM) de acuerdo a la naturaleza de los cuerpos receptores de agua se considera la Categoría 4, Conservación del ambiente acuático considerando entre ello a Lagos y lagunas y ríos (Selva).

4.2.1. Aceites y grasas.

En lo que se refiere al valor del parámetro **aceites y grasas** en los dos lagunas receptores (L1 y L2) donde fueron ubicados los puntos de muestreo, comparando con los ECAs para agua en el Gráfico 8, se observan que valores en promedio obtenidos de las muestras como L1 = 17,0 mg/L y L2 = 11,2 mg/L superan al valor del ECA para agua en la Categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1 Lagos y Lagunas y E2 Ríos, Selva; cuyos valores son 5,0 mg/L.

DISCUSIÓN.

Según los resultados obtenidos en las dos lagunas receptores de agua, los mismos que superan al Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA), denotan la presencia de aceites y grasas en el agua los que a su vez pueden dificultar la depuración y biodegradación, tal como lo manifiesta **AZNAR JIMENEZ (2 000)**,

cita a UNE 77037:1983, UNE 77038:1983, quien dice que los aceites y grasas en los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo con ellos su sedimentación y formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador, extraído de internet: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

Las lagunas receptores donde se realiza la descarga de vertimientos líquidos y sólidos de la granja porcina de la UNAP, entre ellos aceites y grasas, los cuales pueden provenir de diferentes orígenes, ración alimenticia, vacunas, etc. Al respecto, **ABALOS et al (2 006)** cita a Rodier (1 995) quien dice que, las características de los vertidos de la industria alimentaria son muy variables ya que, dependen del proceso específico y de la calidad de la materia prima, extraído de internet:

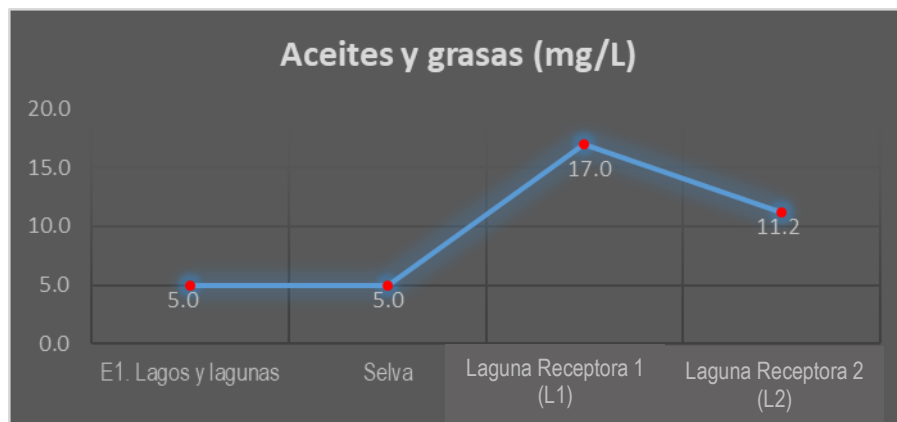
<https://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB-2007-3-220-223.pdf>

Cuadro N°9. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de puntos de muestreo en lagunas receptores en una granja porcina en Zungarococha-UNAP.

N°	Parámetros	Unidad	D.S. N° 03-2010-MINAM-LMP	D.S. N° 04-2017-MINAM-ECA Agua		Laguna Receptor 1 (L1)					Laguna Receptor 2 (L2)				
				Categoría 4. Conservación del ambiente acuático		Puntos de muestreo									
				E1. Lagos y lagunas	E2. Ríos	CR/L 1-1	CR/L 1-2	CR/L 1-5	CR/L 1-7	CR/L1-7A	CR/L 2-3	CR/L 2-4	CR/L 2-9	CR/L2-9A	
	Selva	1	2	3	4	5	6	7	8	9					
a. Fisicoquímicos							Promedio					Promedio			
1	Aceites y grasas	mg/L	20	5,0	5,0	16,0	12,0	19,0	21,0	17,0	14,0	10,0	9,5	11,2	
2	pH	Unidad	6,5-8,5	6,5-9,0	6,5-9,0	5,92	6,82	6,22	5,64	6,2	5,14	5,60	5,53	5,4	
3	Sólidos suspendidos totales	mg/L	150	≤ 25	≤ 400	120,0	98,0	187,0	201,0	151,5	225,0	189,0	130,0	181,3	
4	DBO ₅	mg/L	100	5,0	10,0	62,0	105,0	120,0	79,0	91,5	110,0	130,0	146,0	128,7	
5	DQO ₅	mg/L	200			120,0	203,0	236,0	157,0	179,0	216,0	250,0	275,0	247,0	
b. Microbiológicos															
6	Bacterias Coliformes Totales (NMP/100ml a 35°C)	NMP/100 mL								1600,0				16000,0	
7	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP/100ml a 44,5°C)	NMP/100 mL	10000	1000,0	2000,0					48,0				2400,0	

Fuente: Elaboración propia. Tesista.

Gráfico 8. Aceites y grasas en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.

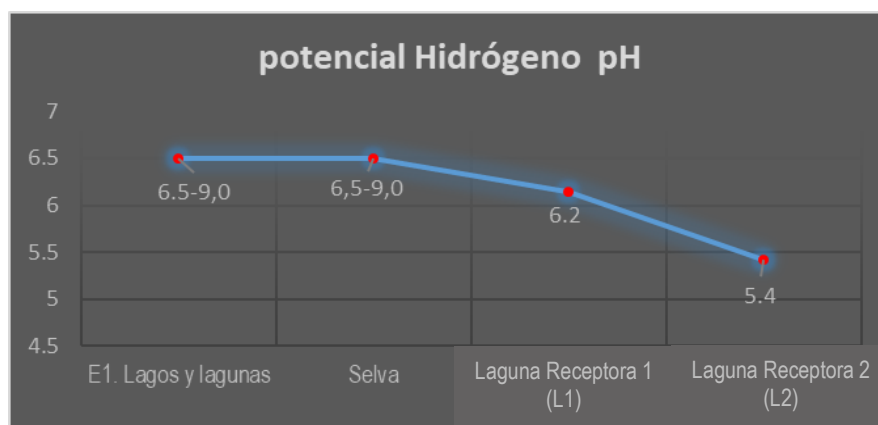


Fuente: Elaboración propia. Tesista.

4.2.2. pH.

En el Gráfico 9, se muestra los valores del **pH** obtenido de las muestras de las dos lagunas receptoras de agua (L1 = 6,2 y L2 = 5,4 respectivamente), cuyos valores están por debajo del valor del ECA para agua en la Categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1 Lagos y Lagunas y E2 Ríos, Selva; cuyos valores están entre 6,5 a 9,0 respectivamente.

Gráfico 9. pH en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP



Fuente: Elaboración propia. Tesista.

DISCUSIÓN.

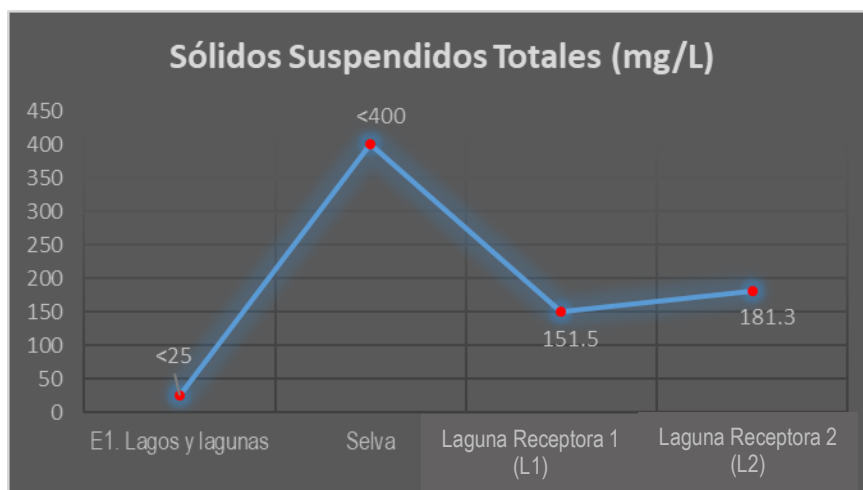
El pH de las dos lagunas receptoras de agua L1 y L2 evaluados en el estudio, muestran valores de 6,2 y 5,4 ligeramente ácido, respectivamente, valores aceptable respecto al ECA para agua. Al respecto, **VARGAS y MINAYA (2 017)** monitoreando el lago Morona cocha en dos estaciones de muestreo encontraron valores de pH = 5,2 cuya acidez considerado de moderado a fuerte.

Sobre lagunas de aguas negras, **MACO, J. (2 006)** manifiesta que estos cuerpos de agua tienen menor tasa de renovación de sustancias nutritivas con relación a las lagunas de varzeas, las mismas que presentan color café oscuro. Agrega que, los valores de pH oscilan entre 4,3 a 8,6 entre ácidos a alcalinos, cuyas variaciones espaciales y de temporalidad se presentan del mismo modo que en las lagunas de varzeas.

4.2.3. Sólidos Suspendidos Totales.

El parámetro **Sólidos Suspendidos Totales** según el Gráfico 10, se observa que los valores de las muestras de los puntos de muestreo de ambas lagunas receptores de agua de la granja porcina Zungarococha de la UNAP (L1 = 151,5 y L2 = 181,3 mg/L respectivamente), es superior al valor del ECA para agua en la Categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1, Lagos y Lagunas, cuyo valor es de ≤ 25 mg/L; los mismos que están muy por debajo del ECA en la subcategoría E2 Ríos, Selva, cuyo valor es ≤ 400 mg/L.

Gráfico 10. Sólidos Suspendidos Totales en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.



Fuente: Elaboración propia. Tesista.

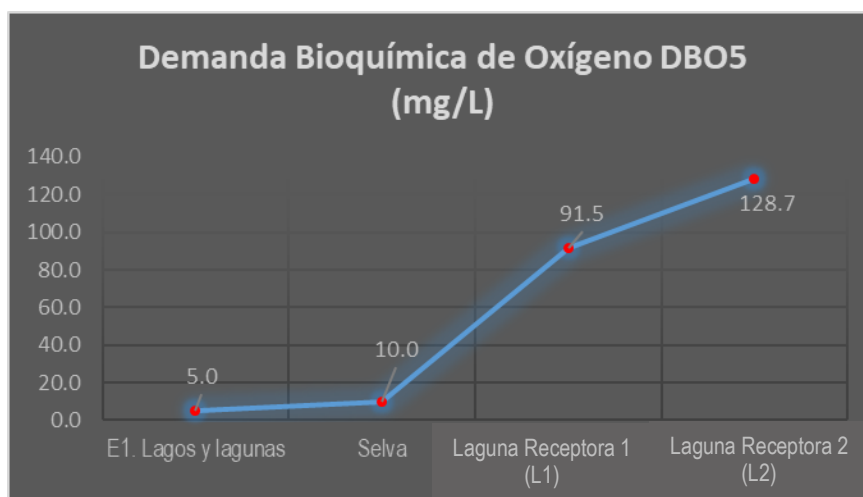
DISCUSION.

Estos resultados sobre el parámetro Sólidos Suspendidos Totales en mg/L nos indican la carga de sedimentos suspendidos en muestras de agua de ambas lagunas receptoras en comparación con el ECA para agua. Dichos valores no cumplen con los Estándares de Calidad para agua, tal como encontró en el lago Moronacocha **VARGAS y MINAYA (2017)**, quienes afirman que obtuvieron valores promedio de 45,7 mg/L para la Estación 1 y 46,5 mg/L para la Estación 2, ambos superan los 25 mg/L, valor considerado óptimo para la normatividad ambiental; este parámetro supera al Estándar en casi 100%.

4.2.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno.

En el Gráfico 11, referente al parámetro **Demanda Bioquímica de Oxígeno** DBO_5 , se observan que los valores de las muestras de los puntos de muestreo de ambas lagunas receptoras de agua de la granja porcina Zungarococha de la UNAP ($L1 = 91,5$ y $L2 = 128,7$ mg/L respectivamente), superan al valor del ECA para agua en la Categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1, Lagos y Lagunas y, E2 Ríos, Selva, cuyos valores son de 5,0 y 10,0 mg/L respectivamente.

Gráfico 11. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5 en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.



Fuente: Elaboración propia. Tesista.

DISCUSIÓN.

Los resultados de las muestras en ambas lagunas receptoras de agua ($L1 = 91,5$ y $L2 = 128,7$ mg/L respectivamente) superan el Estándar de Calidad Ambiental para agua 5,0 mg/L, lo que nos demuestra la cuantificación de oxígeno utilizada por los microbios del

agua de río para capturar la energía contenida en los compuestos de carbono y amoníaco, www.parametros/organolépticos/minam.com.pe

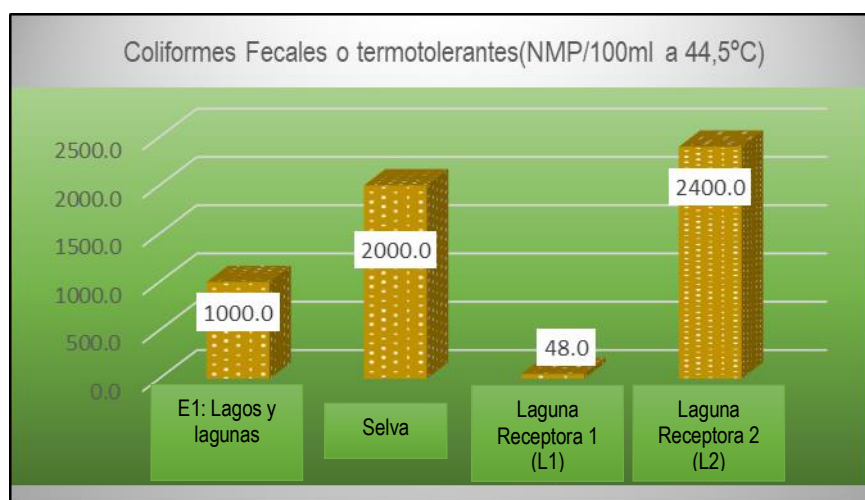
ROMERO y **MARQUEZ (2018)** realizaron un estudio de aguas residuales del cuerpo receptor CR1 utilizando dos macrófitas flotantes, concluyen que estadísticamente se observa diferencias estadísticas significativas en la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅ en mg/L en aguas residuales, en los tratamientos en estudio a los 90 días de iniciado el experimento en la granja porcina de la UNAP, donde el mayor contenido de DBO₅ se da en el T1 (*Azolla caroliniana*) 73,33 mg/L en comparación con la media del T2 (*Azolla filiculoides*) 62,0 mg/L, ambos menores en comparación al valor inicial de DBO₅ (47,5 mg/L), lo que significa una variación significativa, corroborando lo que manifiesta **Martelo y Lara (2012)**, indican según la literatura que especies de macrófitas flotantes alcanzan reducciones de DBO₅ en el orden del 95%.

Asimismo, **VARGAS y MINAYA (2017)** trabajando en el lago Moronacocha encontraron valores de 2,0 mg/L en dos estaciones de muestreo, el mismo que no supera al valor del ECA considerando al agua muestreada como un valor óptimo. Del mismo modo, **RENGIFO y TELLO (2001)** evaluaron este parámetro en la misma zona frente al aserradero de Munich encontrando valor de 3,56 mg/L.

4.2.5. Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes.

En lo que respecta al análisis microbiológicos sobre los parámetros **Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes** NMP/100 mL realizado en Laboratorio a las muestras obtenidas de las lagunas receptoras de agua, según el Cuadro N°9, se observa que los valores de Coliformes Totales en el L1 1 600 NMP/100 mL y L2 16 000 NMP/100 mL respectivamente son superiores a los valores del ECA para agua en la subcategoría E1 y E2; Lagos y Lagunas y Ríos Selva 1 000 y 2,000 NMP/100 mL respectivamente. Sin embargo para Coliformes Termotolerantes, en el L1 = 40 NMP/100 mL es menor al valor del ECA; y, en el L2 = 2,400 NMP/100 mL dicho valor supera al ECA (Lagos y Lagunas 1 000,0 NMP/100 mL) (Gráfico 12).

Gráfico 12. Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) en muestras de agua en lagunas receptoras de una granja porcina en Zungarococha. UNAP.



Fuente: Elaboración propia. Tesista.

DISCUSIÓN.

VARGAS y MINAYA (2017) en el lago Moronacocha en la Estación 2, obtienen resultados de 1 600 NMP/100 ml, 130 NMP/100 ml y 920 NMP/100 ml respecto a cada muestreo, los mismos que varían por la presencia de precipitaciones. Sin embargo **CARDONA (2003)** registra resultados distintos en sus estaciones de muestreo, indicando que en época de estiaje las concentraciones de coliformes Termotolerantes son mayores que en épocas de avenidas. Al respecto **TAMANI (2014)** describe resultados bastante variados, el cual reporta altas y bajas en las concentraciones en cuatro muestreos, concluyendo que este parámetro no es influenciado por la estacionalidad de aguas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

Sobre la base de los resultados obtenidos en el experimento se asume las siguientes conclusiones:

1. Que los parámetros evaluados pH, CO₂ y T°C en campo, en las lagunas receptores son pH 6,8; CR-L1 748,0 ppm de CO₂ y CR-L2 785,0 ppm de CO₂ y 30,8°C en promedio.
2. Que los parámetros fisicoquímicos en Laboratorio como aceites y grasas de ambas lagunas receptores CR-L1 17,0 mg/L y CR-L2 11,2 mg/L superan al valor del ECA para agua en la subcategoría E1 Lagos y lagunas 5,0 mg/L, mostrando la presencia de estos compuestos en el agua de los cuerpos receptores donde fluyen los vertimientos de agua residual de la granja porcina Zungarococha de la UNAP.
3. El pH de las lagunas receptor CR-L1 y CR-L2, 6,2 y 5,4 respectivamente, cuyos valores se encuentran dentro del rango del valor de ECA para agua (6,5 a 9,0) siendo este un valor aceptable dentro de la normatividad ambiental.
4. Que el valor de Sólidos Suspendidos Totales en ambas lagunas receptores CR-L1 151,5 mg/L y CR-L2 181,3 superan al valor de la normatividad vigente del ECA para agua en la subcategoría E1 Lagos y lagunas, presentando estos ambientes gran carga de sedimentos suspendidos.

5. La Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5 en mg/L que nos reporta en análisis de las muestras de ambas lagunas receptores CR-L1 91,5 y CR-L2 128,7 mg/L superan el valor del ECA para agua, correspondiente a la categoría 4 Conservación del ambiente acuático para lagos y lagunas que es de 5,0 mg/L.
6. Que el análisis microbiológico realizado en las muestras de ambos lagunas receptores para Coliformes totales indica que en el CR-L1 da un valor de 1 600 NMP/100 mL y CR-L2 16 000 NMP/100 mL, los mismos que son superiores al valor del ECA para agua. En el caso de Coliformes Termotolerantes el CR-L1 da un valor de 40 NMP/100 mL siendo menor al valor del ECA para agua y, el CR-L2 cuyo valor 2 400 NMP/100 mL supera al Estándar de Calidad Agua para agua.

5.2. RECOMENDACIONES.

1. Realizar Monitoreos de Calidad Ambiental en las lagunas de agua donde se vierten las aguas residuales de la granja porcina Zungarococha UNAP, en épocas secas y en presencia de precipitaciones a fin de determinar la variación de los parámetros fisicoquímicos dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para agua vigente.
2. Construir pozas de oxidación para las aguas residuales a fin de separar sólidos y líquidos cuya disposición final no altere ambientalmente las lagunas de agua del fundo Zungarococha de la UNAP.

3. Generar un programa que contengan planes de manejo ambiental en granjas agropecuarias, en base a un diagnóstico para generar una línea base, donde contenga la problemática y el estudio de fuentes que generan contaminación de los cuerpos receptores de agua.
4. Fomentar investigaciones que permitan realizar proyectos ambientales a fin de reducir los riesgos de contaminación de aguas y suelos por las diferentes actividades económicas agropecuarias que se desarrollan en la región.
5. Sensibilizar a las empresas pecuarias público privadas para la adecuación a la legislación nacional vigente y normas técnicas internacionales, sobre la importancia de la gestión, conservación del recurso acuático, la vida en dicho ecosistema y garantizar que el recurso agua no sea un medio de contaminación que afecte la salud pública.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ABALOS, A., MARAÑÓN, A., FERNANDEZ, J.M., AGUILERA, I., DESPAIGNE, M.F., (2006). Caracterización de las aguas residuales de la planta refinadora de aceite comestibles ERASOL. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 38, Nº 3, 2007. Extraído del internet:

<https://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB-2007-3-220-223.pdf>

AZNAR, J. A., Determinación de los Parámetros Físico-Químicos de Calidad de las Aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Alvaro Alonso Barba”. Universidad Carlos III. Avd. de la Universidad 30.28911-Leganés. Madrid. Extraído de Internet: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

BLAIR R. CLIFFORD Y RICHARD A. TAYLOR. (2 008). Bioestadística. Editorial PEARSON EDUCACION, México. Primera Edición. 552 p.

BROOKS R. R. (editor) (1 998), “Plants that hyperaccumulate heavy metals”, CAB International, Cambridge, USA.

CARDONA, A. (2003). Calidad y Riesgo de Contaminación en las aguas superficiales en la Microcuenca del Río Soledad. Valle de Angeles. Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica.

CARRILLO, E. Y LOZANO, A. (2008). Validación del método de detección de coliformes totales en agua potable utilizando Agar Chromocult. Tesis para optar el título de Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia.

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

GUEVARA, G. M.F. Y RAMÍREZ C. F.J. Eichhornia crassipes, SU INVASIVIDAD Y POTENCIAL FITORREMIADOR (2015). Recuperado de:
www.researchgate.net/publication/295855126_EICHHOR.....

LARIOS-MEOÑO, GONZALEZ T Y MORALES, O. 2015. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Revista Saber y Hacer. Recuperado de internet:
<http://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

Ley General del Ambiente 28611. Extraído de Internet:

www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf

Ley Nº 29338. Ley de Recursos Hídricos. 2009. Extraído de Internet:

https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_29338_0_2.pdf

Ley Nº 30588. Ley de Reforma Constitucional que reconoce el derecho del acceso al agua como derecho constitucional. Extraído de Internet:

https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_30588.pdf

MACO, J. SANDOVAL, E. (2006). Presencia de Mercurio en el agua y sedimento de fondo en el río Nanay, Perú.

MARTELLO, J. Y LARA, B. (2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte. Ingeniería y Ciencia, ing. Cienc. ISSN 1794–9165 Volumen 8, Número 15, enero-junio de 2012, pág. 221–243. Recuperado de internet:

www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794...Ing=e..

MINAYA, V. R.J., (2017). “Parámetros Físicos, Químicos, Microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la Laguna Moronacocha, época de transición creciente-vaciante. Iquitos. Perú. 2016”. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Facultad de Agronomía. UNAP. Iquitos. Perú.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2017). Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Decreto Supremo N° 004-2017. MINAM. El Peruano. Normas Legales. Pág 10. Extraído de internet: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

OCASIO, F. (2008). Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. San Juan, Puerto Rico.

PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES. Resolución Jefatural N° 010-2016- ANA. Extraído de internet.

https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf

RENGIFO, A., TELLO, R. 2001. (2001). Diseño y cálculo de costos para la construcción de una piscina de oxidación de aguas servidas en el Lago Moronacocha – Caño Ricardo Palma. Iquitos. Perú.

REYNOLDS, K. (2002). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica: Identificación del Problema. Recuperado de:
<http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf>.

RODRIGUEZ, D. (2013). Análisis de la Técnica de Recarga Artificial en la Cubeta de Sant Andreu de la Barca. Barcelona, España.

ROMERO, V. J.L. Y MARQUEZ, R. C.A. (2 018). “Dos especies de macrófitas en la fitorremediación de aguas residuales en una granja porcina de Zungarococha. San Juan Bautista. 2018”. Tesis Ingeniero en Gestión Ambiental. Facultad de Agronomía. UNAP.

TAMANI, Y. (2014). Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la Provincia Padre Abad, Aguaytía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.

TORRES, P. R., (2 017). “A propósito del principio de gradualidad. Análisis del proceso de adecuación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA – AGUA) en la actividad de la gran y mediana minería en curso, desde el año 2008 al 2016”. Tesis para Título de Magistra en Desarrollo Ambiental. Escuela de Posgrado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú.

VALENCIA, M. C.H. (2 016). Aguas residuales. Una visión integral. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Editorial UD. Primera Edición, abril 2016. 192 p.

Webs consultadas:

www.googleearth

www.oefa.gob.pe/es/2014?option=com_jevents&task=month...

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

<https://www.porcicultura.com/micrositio/Premezclas-Energ%C3%A9ticas-Pecuarias/Evaluacion-del-contenido-de-grasas-y-aceites-en-descargas-de-agua-residual-porcicola-con-diferentes-fuentes-energeticas-en-la-dieta-alimenticia>

<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>

http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

<http://elblogverde.com/contaminacion-de-os-rios>.

www.parametros/organolépticoslminam.com.pe.

<http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>

<http://peruecológico.com.pe>

<https://boletinagrario.com/ap-6.eutrofizacion,2511.html>

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf.

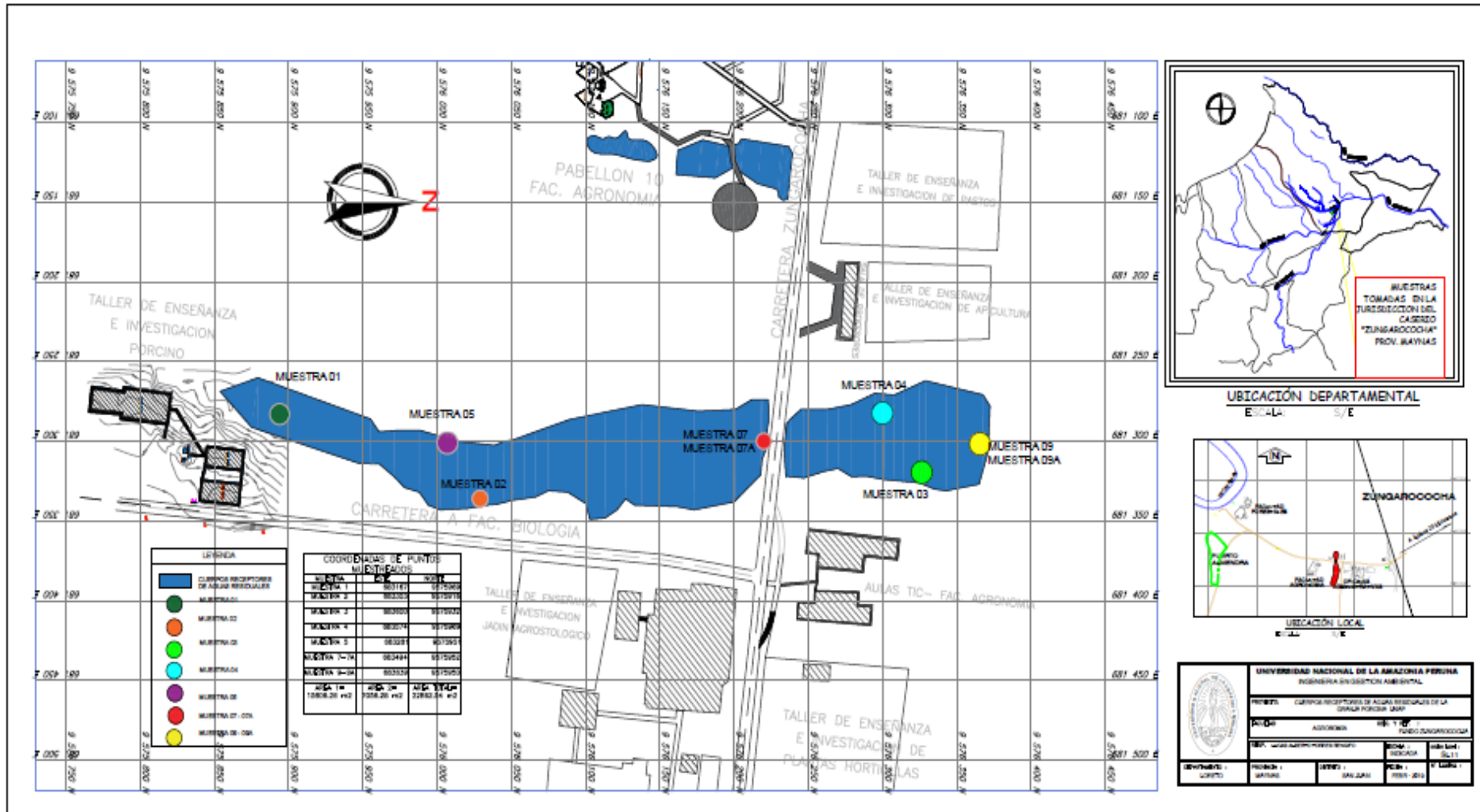
http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/solidos-sedimentables-agua.html>

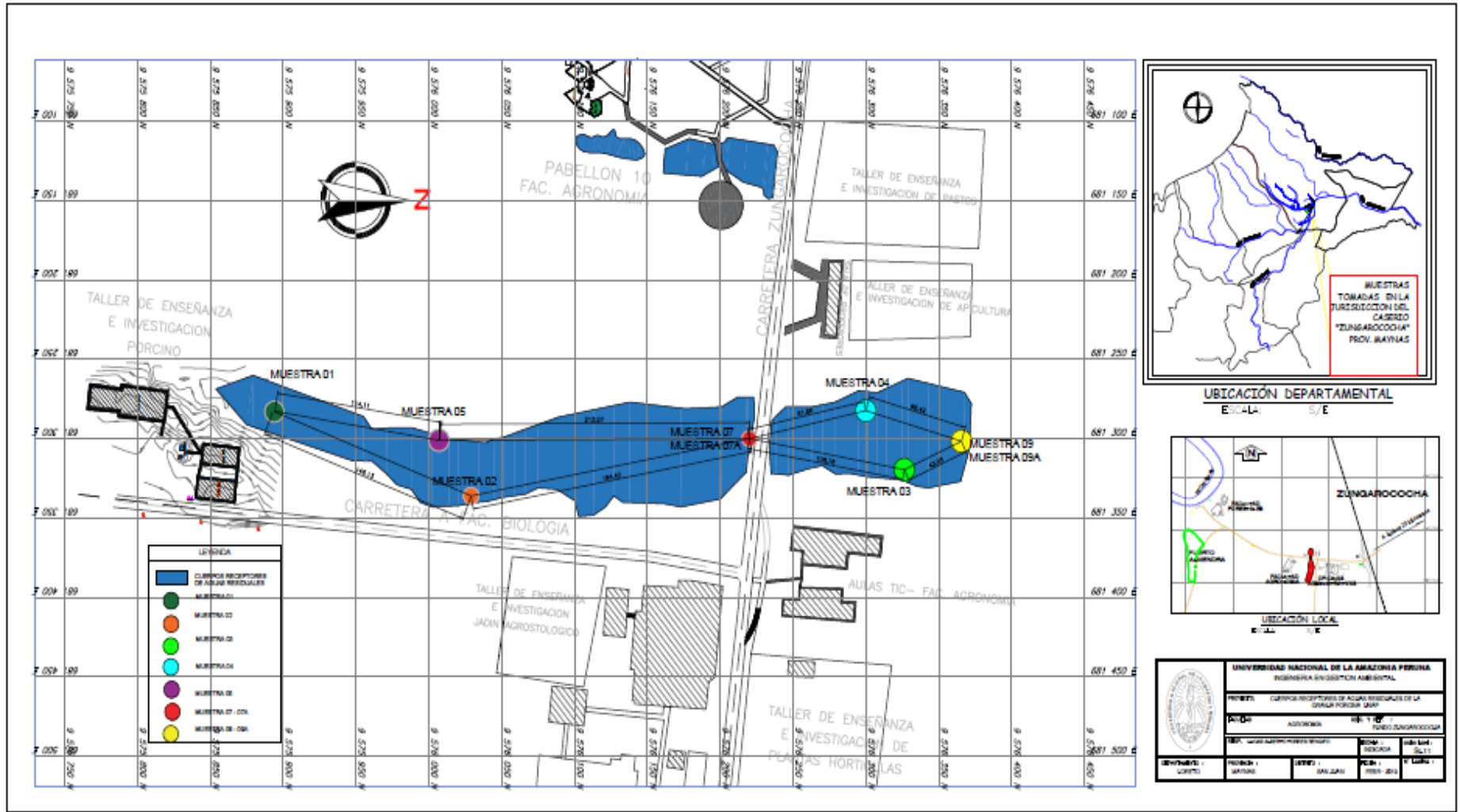
<http://www.pezadicto.com/azolla-caroliniana-helecho-de-agua>

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del Área Experimental CR-L1 y CR-L2 de las lagunas receptoras de agua de la granja porcina de Zungarococha UNAP



Anexo 2. Ubicación del Área Experimental CR-L1 Y CR-L2 con distancias puntos de muestreo de las lagunas receptoras de agua de la granja porcina de Zungarococha UNAP



Anexo 3. Muestras de las lagunas receptores de agua de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía.

LABORATORIO : LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS INDUSTRIALES. FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA – UNAP
 TIPO DE ANÁLISIS : QUÍMICO
 SOLICITADO POR : LUCAS ALBERTO TORRES RENGIFO
 FECHA DE ANALISIS : 22/03 al 27/03 del 2019

DETERMINACIONES	01	02	03	04	05	06	07
Aceites y grasas ppm	16,00	12,00	19,00	21,00	14,00	10,00	9,50
pH	5,92	6,82	6,22	5,64	5,14	5,60	5,53
Sólidos Suspendidos Totales mg/L	120,00	98,00	187,00	201,00	225,00	189,00	130,00
DBO ₅	62,00	105,00	120,00	79,00	110,00	130,00	146,00
DBO	120,00	203,00	236,00	157,00	216,00	250,00	275,00

Iquitos, 28 de Marzo del 2019


 Laura Rosa García Panduro
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP 23792

Anexo 4. Análisis microbiológico de las muestra de lagunas receptores de agua de la granja porcina UNAP. Facultad de Agronomía.



**Facultad de
Industrias Alimentarias
Planta Piloto**
Centro de Prestación de Servicio en Control de
Calidad de Alimentos.
“CEPRESE COCAL”

LABORATORIO : LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS. FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS – UNAP.
TIPO DE ANÁLISIS : MICROBIOLÓGICO
SOLICITADO POR : LUCAS ALBERTO TORRES RENGIFO
FECHA DE ANÁLISIS : 22 de Marzo del 2019

Laboratorio de Microbiología de Alimentos
INFORME DE ENSAYO N° 014-2019

II. DATOS DEL SERVICIO

Nº se solicitud de servicio	1/2019
Fecha de solicitud de servicio	22/3/19
Servicio Solicitado	Análisis microbiológico

III. DATOS DEL PRODUCTO

Nombre del producto	AGUA RESIDUAL
Ubicación de la muestra	Laguna Zungarococha (Cuero receptor)
Número de muestras	DOS (02)
Código de las muestras	“7A”, “9A”
Tamaño de la muestra	500 ml
Forma de presentación	Botellas de plástico (estéril)

IV. RESULTADOS

Código	ENSAYO MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS
7A	Bacterias Coliformes Totales (NMP/100 ml a 35°C) Bacterias Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP/100 ml a 44,5 °C)	1600 48
9A	Bacterias Coliformes Totales (NMP/100 ml a 35°C) Bacterias Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP/100 ml a 44,5 °C)	16000 2400

[Firma]
Blga. JESSY P. VASQUEZ CHUMBE
Jefa del Laboratorio de Microbiología de Alimentos FIA UNAP

Anexo 5. Galería de fotos



Foto 1. Toma de muestras en Lagunas Receptoras de los puntos de muestreo. CR-L1.



Foto 2. Toma de muestras de agua en el CR-L1 de los puntos de muestreo evaluados.



Foto 3. Frascos con muestras de agua en el CR-L1 y CR-L2 para Análisis Físicoquímico en Laboratorio.



Foto 4. Frascos con muestras de agua en el CR-L1-7A y CR-L2-9A para Análisis Microbiológico.



Foto 5. Multiparámetro utilizado en campo. *EXTECH Easy View 80. CO₂ Analyzer*



Foto 6. Monitoreo de parámetros físicos con Multiparámetro *EXTECH Easy View 80. CO₂ Analyzer.*



Foto 7. Toma de muestras de agua en el CR-L1 para Análisis Microbiológico.



Foto 8. Monitoreo de parámetros físicos en CR-L1 con Multiparámetro *EXTEC Easy View 80. CO₂ Analyzer.*



Foto 9. Vista panorámica del CR-L2 con plantas poáceas acuáticas y macrófitas flotantes.