

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS  
DE LA LAGUNA LA ENCANTADA EN SANTA MARÍA, HUAURA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**ZULMA DEL ROSARIO GUTIERREZ NAZARIO**

**ASESOR:**

**Dr. COCA RAMÍREZ VÍCTOR RAÚL**

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA LA ENCANTADA EN SANTA MARÍA, HUAURA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1%
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to UTEC Universidad de Ingenieria & Tecnologia Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	www.adiveter.com Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA DE LAS  
AGUAS DE LA LAGUNA LA ENCANTADA EN SANTA MARÍA,  
HUAURA.**

*Dr. BERARDO BEDER RUIZ SANCHEZ  
PRESIDENTE*

*Mg. Sc. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA  
SECRETARIO*

*M(o) CAYO EDUARDO GUERRA LAZO  
VOCAL*

VICTOR RAUL COCA RAMIREZ  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48944

*DR. COCA RAMÍREZ, VÍCTOR RAÚL  
ASESOR*

**HUACHO – PERÚ**

**2022**



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

**ACTA DE SUSTENTACIÓN N°023-2023-FIAIAyA**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la ciudad de Huacho, el día 28 de marzo del 2023, siendo las 12:00 horas, en la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador integrado por:

<b>Presidente</b>	<b>Dr. BERARDO BEDER RUIZ SANCHEZ</b>	<b>DNI N°30602007</b>
<b>Secretario</b>	<b>Mg. Sc. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA</b>	<b>DNI N°20022994</b>
<b>Vocal</b>	<b>M(o) CAYO EDUARDO GUERRA LAZO</b>	<b>DNI N°15615248</b>
<b>Asesor</b>	<b>Dr. VICTOR RAUL COCA RAMIREZ</b>	<b>DNI N°15601160</b>

Para evaluar la sustentación de la tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA LA ENCANTADA EN SANTA MARÍA, HUAURA"

La postulante al Título Profesional de **Ingeniero Ambiental** doña: **GUTIERREZ NAZARIO ZULMA DEL ROSARIO**, identificado con DNI N° 77530507, procedió a la sustentación de Tesis, autorizada mediante Resolución de N°0197-FIAIAyA, de fecha 20/03/2023 de conformidad con las disposiciones vigentes, la postulante SI absolvió las interrogantes que le formularon los miembros del Jurado.

Concluida la sustentación de Tesis, se procedió a la votación correspondiente resultando la candidata **APROBADA** por **UNANIMIDAD** con la nota de:

CALIFICACIÓN		EQUIVALENCIA	CONDICIÓN
NÚMERO	LETRAS		
18	DIECIOCHO	EXCELENTE	APROBADA

Siendo 12:40 horas del día 28 de marzo del 2023 se dio por concluido el ACTO DE SUSTENTACIÓN de Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental inscrito en el folio N°363 del Libro de Actas



**Dr BERARDO BEDER RUIZ SANCHEZ**  
Presidente



**Mg. Sc. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA**  
Secretario



**M(o) CAYO EDUARDO GUERRA LAZO**  
Vocal



**Dr. VICTOR RAUL COCA RAMIREZ**  
Asesor

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mi familia, quienes son los que me han apoyado cada día, motivándome a ser mejor y a cumplir todo lo que me propongo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mi alma mater, la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por formarme durante los años de la carrera y enseñarme el camino para convertirte en una profesional.

Agradecer a mi asesor Dr. Víctor Raúl Coca Ramírez, por el constante apoyo para realizar esta investigación.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2 Formulación del problema .....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos .....	2
1.3 Objetivos de la investigación .....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Justificación de la investigación .....	2
1.5 Delimitación del estudio .....	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Antecedentes de la investigación .....	4
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	5
2.2 Bases teóricas.....	6
2.2.1 Lagunas.....	6
2.2.1.1 Definición.....	6

2.2.1.2	Tipos de lagunas .....	7
2.2.1.3	Importancia del estudio .....	10
2.2.1.4	Laguna La Encantada.....	10
2.2.2	Caracterización de las aguas muestreadas .....	11
2.2.2.1	Físicos .....	11
2.2.2.2	Químicos .....	13
2.2.3	Calidad de agua .....	15
2.2.3.1	D.S. N°004-2017-MINAM .....	15
2.2.3.2	R.J. N° 010-2016-ANA.....	16
2.2.3.3	Ley de recursos hídricos N° 29338.....	16
2.3	Definiciones conceptuales .....	16
2.4	Hipótesis de investigación .....	17
2.4.1	Hipótesis general.....	17
2.4.2	Hipótesis específica .....	18
CAPITULO III. METODOLOGÍA .....		19
3.1	Diseño Metodológico .....	19
3.2	Población y muestra .....	19
3.2.1	Población .....	19
3.2.2	Muestra .....	19
3.3	Ubicación de la zona de estudio.....	19
3.4	Metodología de muestreo .....	21
3.4.1	Premonitoreo.....	21
3.4.2	Monitoreo .....	22
3.4.3	Posmonitoreo .....	22
3.5	Equipos e instrumentos.....	23
3.5.1	Multiparámetro AD8000 .....	23
3.5.2	Medidor MW600.....	23

3.5.3	Sistema D.B.O.....	23
3.5.4	AD11 .....	24
CAPITULO IV. RESULTADOS .....		25
4.1	Análisis de muestras, realizadas en campo, de la primera toma-03/08/22 .....	25
4.2	Análisis de muestras, de la primera toma ejecutadas en el laboratorio .....	27
4.3	Análisis de muestras, realizadas en campo, de la segunda toma-09/09/22 .....	31
4.4	Análisis de muestras de la segunda toma ejecutadas en el laboratorio – 09/09/22 33	
4.5	Análisis de muestras, realizadas en campo, de la tercera toma-18/10/22 .....	37
4.6	Análisis de muestras de la tercera toma ejecutadas en el laboratorio – 18/10/22	39
4.7	Resultados promedios de los parámetros físicos y químicos.....	43
CAPITULO V. DISCUSIONES.....		48
5.1	Temperatura .....	48
5.2	Turbiedad .....	48
5.3	Conductividad .....	48
5.4	STD .....	48
5.5	pH.....	48
5.6	ORP .....	49
5.7	OD .....	49
5.8	DBO <sub>5</sub> .....	49
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		50
6.1	Conclusiones .....	50
6.2	Recomendaciones.....	51
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		52
ANEXOS.....		55

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Tipos de las lagunas en función a su origen .....	7
Tabla 2 Clasificación de las lagunas en función a su estado trófico.....	9
Tabla 3 Biodiversidad en la laguna la Encantada .....	11
Tabla 4 Expresión habitual de las medidas de la dureza.....	12
Tabla 5 Indicadores de pH en la que se encuentra el agua.....	14
Tabla 6 Ubicación geográfica de la laguna la Encantada. ....	19
Tabla 7 Coordenadas de la ubicación de la laguna la Encantada. ....	20
Tabla 8 Coordenadas de la ubicación de la laguna la Encantada .....	21
Tabla 9 Ubicación de las estaciones de muestreo – Primera toma .....	22
Tabla 10 Mediciones de campo – Primera toma .....	25
Tabla 11 Mediciones de laboratorio – Primera toma.....	27
Tabla 12 Mediciones de campo – Segunda toma .....	31
Tabla 13 Mediciones de laboratorio – Segunda toma.....	33
Tabla 14 Mediciones de campo – Tercera toma.....	37
Tabla 15 Mediciones de laboratorio – Tercera toma .....	39
Tabla 16 Parámetros físicos, valores promedios .....	43
Tabla 17 Parámetros químicos, valores promedios .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Fotografía de la laguna “La Encantada”.....	6
Figura 2. Modelación del proceso de eutrofización en ecosistemas costero – marinos. ..	8
Figura 3. Lago en proceso de eutrofización. ....	9
Figura 4. Medición del parámetro de oxígeno disuelto.....	13
Figura 5. Mapa de la ubicación de la provincia de Huaura y distritos que la componen. .....	20
Figura 6. Vista satelital. ....	21
Figura 7. Representación de datos, T. ambiente vs T. muestra. ....	25
Figura 8. Representación de datos, pH.....	26
Figura 9. Representación de datos, Turbidez. ....	26
Figura 10. Representación de datos, OD.....	27
Figura 11. Representación de datos, T. muestra. ....	28
Figura 12. Representación de datos, conductividad.....	28
Figura 13. Representación de datos, STD. ....	29
Figura 14. Representación de datos, ORP.....	29
Figura 15. Representación de datos, pH.....	30
Figura 16. Representación de datos, DBO. ....	30
Figura 17. Representación de datos, T. Ambiente vs T. muestra – segunda toma. ....	31
Figura 18. Representación de datos, pH – segunda toma.....	32
Figura 19. Representación de datos, Turbidez – segunda toma. ....	32
Figura 20. <i>Representación de datos, OD – segunda toma. ....</i>	<i>33</i>
Figura 21. <i>Representación de datos, T. muestra – segunda toma. ....</i>	<i>34</i>
Figura 22. <i>Representación de datos, CE – segunda toma.....</i>	<i>34</i>
Figura 23. <i>Representación de datos, STD – segunda toma.....</i>	<i>35</i>
Figura 24. <i>Representación de datos, ORP – segunda toma. ....</i>	<i>35</i>
Figura 25. <i>Representación de datos, pH – segunda toma. ....</i>	<i>36</i>
Figura 26. <i>Representación de datos, DBO – segunda toma.....</i>	<i>36</i>
Figura 27. <i>Representación de datos, T. Ambiente vs T. muestra – tercera toma. ....</i>	<i>37</i>
Figura 28. <i>Representación de datos, pH – tercera toma.....</i>	<i>38</i>
Figura 29. <i>Representación de datos, Turbiedad – tercera toma. ....</i>	<i>38</i>

Figura 30. <i>Representación de datos, OD – tercera toma.</i> .....	39
Figura 31. <i>Representación de datos, T. muestra – tercera toma.</i> .....	40
Figura 32. <i>Representación de datos, CE – tercera toma.</i> .....	40
Figura 33. <i>Representación de datos, STD – tercera toma.</i> .....	41
Figura 34. <i>Representación de datos, ORP – tercera toma.</i> .....	41
Figura 35. <i>Representación de datos, pH – tercera toma.</i> .....	42
Figura 36. <i>Representación de datos, DBO – tercera toma.</i> .....	42
Figura 37. <i>Representación de datos, T. muestra –promedio.</i> .....	43
Figura 38. <i>Representación de datos, Turbiedad – promedio.</i> .....	44
Figura 39. <i>Representación de datos, Conductividad – promedio.</i> .....	44
Figura 40. <i>Representación de datos, STD – promedio.</i> .....	45
Figura 41. <i>Representación de datos, pH – promedio.</i> .....	46
Figura 42. <i>Representación de datos, ORP – promedio.</i> .....	46
Figura 43. <i>Representación de datos, OD – promedio.</i> .....	47
Figura 44. <i>Representación de datos, DBO – promedio.</i> .....	47

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar el estado en que se encuentra la calidad de las aguas de la laguna “La Encantada” que se encuentra en Santa María, provincia de Huaura. **Metodología.** Los análisis fueron llevados a cabo durante los meses de agosto, setiembre y octubre. Se ubicaron seis puntos de muestreo. Para la caracterización fisicoquímica se analizaron los parámetros Físicos: Temperatura (T), conductividad eléctrica (C.E.), turbidez, sólidos totales disueltos (STD); Químicos: Ph, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y ORP (Potencial de Oxido-Reducción). Los resultados fueron comparados con la normativa vigente dada por el Ministerio del Ambiente (MINAM), el DS N° 004-2017-MINAM. **Resultados.** Se reportaron los siguientes valores promedios para la caracterización fisicoquímica: T de campo y laboratorio igual a 18,783°C y 20,73°C respectivamente; turbidez = 39,203 NTU; C.E. = 15,077 mS/cm; STD = 8,277 ppm; pH de campo y de laboratorio igual a 8,713 y 8,740 respectivamente; ORP = 132,113 mV; OD = 6,930 mg/L y DBO<sub>5</sub> = 21,410 mg/L. **Conclusión.** De acuerdo con los resultados obtenidos y haciendo la comparación con los valores dados por el MINAM (DS N° 004-2017-MINAM) se puede concluir que las aguas de la laguna “La Encantada” en su mayoría no cumplen con los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

**Palabras claves:** Laguna, calidad del agua, agua superficial.

## ABSTRACT

**Objective.** Evaluate the state of the water quality of the "La Encantada" lagoon located in Santa María, Huaura province. **Methodology.** The analyzes were carried out during the months of August, September and October. Six sampling points were located. For the physicochemical characterization, the physical parameters were analyzed: temperature (T), electrical conductivity (C.E.), turbidity, total dissolved solids (STD); Chemicals: Ph, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD) and ORP (Oxidation-Reduction Potential). The results were compared with the current regulations given by the Ministry of the Environment (MINAM), DS No. 004-2017-MINAM. **Results.** The following average values were reported for the physicochemical characterization: field and laboratory T equal to 18.783°C and 20.73°C respectively; turbidity = 39,203 NTU; EC. = 15.077 mS/cm; STD = 8,277ppm; Field and laboratory pH equal to 8,713 and 8,740 respectively; ORP = 132.113mV; DO = 6,930 mg/L and BOD5 = 21,410 mg/L. **Conclusion.** According to the results obtained and making a comparison with the values given by MINAM (DS N° 004-2017-MINAM), it can be concluded that the waters of the "La Encantada" lagoon do not meet the limits established in the Environmental Quality Standards (ECA).

**Keywords:** Lagoon, water quality, surface water.

## INTRODUCCIÓN

El agua es una de las sustancias que tiene muchos usos y utilidades en la vida diaria; empleada en la industria, la generación de energía, el transporte, e incluso en el hogar. Es una fuente indispensable para la vida, y el hábitat de infinidad de especies.

Las lagunas son ecosistemas de agua dulce, donde habitan diferentes especies de flora y fauna; además, son muy importantes puesto que contribuyen al equilibrio ecológico, de tal manera que funcionan como un sistema depurativo natural de las aguas residuales y como reciclado de elementos metálicos.

Las lagunas son de vital importancia para la vida humana y desarrollo económico, pues no solo nos abastece de agua para beber sino también para regar los cultivos, criar peces, mover la industria y la recreación. Sin embargo, precisamente debido a la escasez de agua que nos acecha hoy en día estas fuentes de agua natural se ven afectadas por la invasión y depredación que es causada por los humanos.

La laguna “La Encantada” es un atractivo turístico que se encuentra situada en el distrito de Santa María, provincia de Huaura – Región Lima Provincias, es hábitat de algunas especies migratorias, así como también en algún momento sirvió como criadero de peces de la especie “tilapia” para una empresa privada de la región. Esto ha permitido que la laguna se esté degradando poco a poco debido a las actividades que en ella se realizan.

Esta degradación ha motivado el desarrollo del presente estudio, que consiste en evaluar la calidad fisicoquímica de las aguas de la laguna “La Encantada”, con la finalidad de conocer el estado en el que se encuentran sus aguas, si aún se pueden utilizar como fuente de agua potable, de regadío o para recreación. Para alcanzar los objetivos propuestos se tomarán muestras entre los meses de agosto a octubre y analizarán los parámetros fisicoquímicos como la temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, ORP.

Se espera que el presente trabajo sea de mucha utilidad y que los resultados sirvan para determinar si la calidad de las aguas de la laguna se encuentra en un estado de degradación.

## **CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Las lagunas y lagos se encuentran en la categoría de aguas lenticas o quietas (esto quiere decir que estas aguas no ostentan corriente continua), son fuentes de agua salada o dulce, ocupan un 13% de las áreas costeras, de la misma forma que ocupan otras áreas alrededor del mundo. Muchas de estas fuentes hídricas se encuentran total o parcialmente contaminadas, la causa principal es por las diferentes actividades humanas y a ello se suma también las causas naturales (proceso de eutrofización).

En el planeta existen cerca de 1400 M de Km cúbicos de agua, en donde el 2.5% es agua dulce. Esta cantidad de agua se localiza en lagos, acuíferos, ríos, glaciares, etc. En el mundo el crecimiento demográfico ha conllevado al deterioro de muchos ecosistemas, principalmente los cuerpos de agua. Cabe señalar que en las áreas costera las aguas residuales municipales y el uso de fertilizantes en las zonas agrícolas componen la principal fuente de fosforo y nitrógenos que producen la degradación en la calidad del agua superficial.

El continente que posee abundantes recursos hídricos es América Latina y el Caribe, históricamente en todos los países el agua es considerado como un recurso ilimitado para el crecimiento socioeconómicos. Pero, no obstante, este continente también posee muchas dificultades para la implementación de nuevas tecnologías en el tratamiento de aguas residuales, manejo adecuado de residuos sólidos, etc.

Según la FAO, respecto a los países con más agua a nivel mundial el Perú se ubica en la posición ocho, debido que tiene el 1.86% de agua superficial del planeta. Esta agua superficial está representada por lagunas glaciares, ríos y acuíferos; a pesar que nuestro país tiene una gran extensión de agua dulce la calidad de las mismas se encuentra en un estado crítico en las diferentes regiones del país.

La provincia de Huaura se encuentra ubicada en el Departamento de Lima, es sede del Gobierno Regional de Lima-Provincias. La capital de la provincia de Huaura es la ciudad de Huacho. Otro de los distritos que conforman la provincia de Huaura es el distrito de Santa María, que alberga una de los oasis más representativos de la región, llamado Laguna “La Encantada”, que es usada como atractivo turístico. En los últimos años se ha visto un cambio de color de las aguas, así como también un olor característico de las aguas

contaminadas, también se observado el aumento de áreas pobladas a sus alrededores, lo cual puede afectar de forma directa a la calidad de las mismas.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿En qué estado se encuentran las aguas de la laguna “La Encantada” ubicada en Santa María – Huaura?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Qué parámetros se pueden determinar para caracterizar fisicoquímicamente las aguas de la laguna “La Encantada” ubicada en Santa María – Huaura?
- ¿Cumplen con los ECA impuestas por las entidades correspondientes las aguas de la laguna “La Encantada”?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el estado en la que se encuentra las aguas de la laguna “La Encantada” ubicada en Santa María – Huaura.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar la caracterización fisicoquímica de las aguas de la laguna “La Encantada” ubicada en Santa María – Huaura.
- Analizar y evaluar si las aguas de la laguna “La Encantada” cumplen con los ECA impuestas por las entidades correspondientes.

## **1.4 Justificación de la investigación**

Las aguas de las lagunas son muy usadas en diferentes actividades realizadas por los hombres (agua para consumo o actividades recreativas). Así mismo estas lagunas poseen una gran importancia limnológica, ecológica y económica; a pesar de su gran importancia las lagunas costeras por lo general están más propensas a ser contaminadas, esto se debe principalmente por su ubicación geográfica y a la sobreexplotación humana.

El análisis de la calidad de agua de un determinado cuerpo hídrico es muy importante, debido a que estas aguas deben cumplir ciertos estándares de calidad. El estudio de ciertos parámetros físicos y químicos determinaran la calidad de aguas de dicha laguna. El trabajo de investigación cuenta y dispone con los recursos necesarios, que harán posible la realización del estudio.

Las aguas de la “Laguna Encantada” es usada como atractivo turístico, muchos de los visitantes lo usan como aguas de recreación. Como bien se sabe, las entidades correspondientes del estado determinan los ECA para que las aguas de un determinado lugar sean aptas para el uso en las diferentes actividades humanas. Por ello las aguas de la “Laguna Encantada” debe cumplir con los ECA de agua, a fin de salvaguardar la salud de los bañistas y preservar el ecosistema.

La metodología aplicada en el estudio, servirá de base para futuras investigaciones que sean compatibles y que tengas un objetivo similar. Lo cual ayudara a la comparación de resultados de diferentes periodos de tiempo.

La formación profesional, el análisis de datos y la presentación de resultados son los beneficios personales que se logran obtener con el trabajo de investigación.

### **1.5 Delimitación del estudio**

- Tema: Calidad fisicoquímica de las aguas de la “Laguna Encantada”.
- Problemática: El estado de conservación de las aguas de la “Laguna Encantada”.
- Población: La laguna posee una superficie de 32 ha, con un perímetro de 2 805 m lineales. Su profundidad es variable que está en un rango de 1.10 m hasta los 8 m.
- Lugar (ciudad) de estudio: “Laguna Encantada” – Centro poblado los Pinos – Santa María
- Año de estudio: 2022

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Pasquale et al (2019), su trabajo de investigación nos habla sobre el estudio de las reacciones y los procesos químicos que ocurren en el agua, el propósito del trabajo de investigación es caracterizar químicamente el agua subterránea y superficial en las proximidades de la laguna Carri Laufquen. Para el cumplimiento del objetivo se decidió realizar un monitoreo basada en la toma de muestras en puntos estratégicos en toda el área que ocupa la laguna Carri Laufquen, en cada punto se tomó datos (análisis in situ), con el uso de un multiparámetro de campo, dicho instrumento nos arrojó datos de la conductividad eléctrica y Ph del agua. Cabe mencionar que se llevó muestras de agua al laboratorio para la determinación de la presencia de iones mayoristas. Para el procesamiento de los datos obtenidos en el análisis que se realizó en el laboratorio, se optó por utilizar el software “Diagrammes” en la cual se graficó los diagramas de Stiff. Los resultados que obtenidos revelan que hay variabilidad, tanto en su composición química como en su concentración iónica, la Laguna Carri Laufquen Chica contiene agua bicarbonatada sódica, el Ph que presentan estas aguas es de 9,13 y la conductividad eléctrica tiene un valor de 1175  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En conclusión, los resultados del análisis de datos demostraron las variaciones espaciales tanto en salinidad como en la composición química del agua subterránea y superficial en los diferentes ambientes geomorfológicos y geológicos.

Rivera et al (2020), su trabajo nos habla de la calidad de las aguas del estero “El Sauce”; dicho trabajo de investigación tiene por finalidad determinar la calidad de las aguas del estero El Sauce en todos sus afluentes y su extensión. La metodología que se aplicó en el estudio fue los métodos estándar (SM, Standard Methods), donde la calidad del agua se valoró utilizando 17 ítems microbiológicos, químicos y físicos. El proceso de muestreo se realizó en el tiempo estival de 2013-2015, se tomaron 11 puntos al redor de toda la cuenca, 5 estaciones se distribuyeron desde su origen hasta su desembocadura y 6 estaciones se ubicaron antes del ingreso de sus efluentes. Los resultados del estudio exponen que en gran parte de su extensión de las aguas del estero “El Sauce” presenta una calidad nivel 4 (mala) esto es básicamente por la presencia de materia biodegradable, cloruros, nutrientes y materia fecal, por ello no cumple con la legislación ambiental para

su uso. El estudio determina que la contaminación es causada principalmente por las desembocaduras de las aguas residuales domesticas en el sector de Placilla, a ello también se suma la descarga de las aguas de la PTAS – ESVAL, la cual genero el aumento del caudal alrededor del 70 %, con aguas muy contaminadas que incumplen con LMP de emisión.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Inocente (2019), su trabajo se basa en la caracterización fisicoquímica de las aguas de la laguna de Punrun, la investigación tiene por objetivo comprobar si las aguas de la laguna Punrun cumple requisitos establecidos por la OMS y los ECAs para que las aguas sean consideradas para consumo humano. Para el cumplimiento de dichos objetivos, la metodología está basada en un tipo de investigación básica con un método no experimental (Ex Post Facto). Para el procesamiento de los datos obtenidos se empleó softwares estadísticos donde se determina la relación de los datos obtenidos con los ECA's establecidas. Se decidió establecer seis puntos de muestreo (E1 – E6), cada muestra fue tomada a 3 metros de la orilla a una profundidad de 50 cm. La población de estudio es todo el cuerpo hídrico de la laguna, la muestra está limitada a las muestras tomadas en las estaciones establecidas. En conclusión, las aguas de la laguna de Punrun pertenecen a la Categoría 1: y Clase A2 la cual nos dice que estas aguas que necesitan tratamiento convencional para el consumo humano, la clasificación se basó en los D.S. 004-2017- MINAM (ECAs).

Huamancayo (2019), en su trabajo de investigación evalúa los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la laguna el Milagro; el estudio presenta como finalidad analizar los parámetros fisicoquímicos de las aguas del humedal Los Milagros para determinar la calidad de las mismas. La Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, es la base metodológica empleada en la práctica, dentro de este protocolo se menciona tres fases el premonitorio, monitoreo y postmonitoreo. Los puntos de monitoreo fueron siete en relación al número de las áreas identificadas, donde se tomó las mediciones de los parámetros físico-químicos (in situ), por medio de una muestra representativa del agua, el muestreo se llevó a cabo durante 3 horas, iniciando a las 11 am y terminando a las 14 pm. La población de estudio fue a lo largo y ancho toda la laguna y la muestra fueron los puntos establecidos con criterio del investigador. Los resultados de los datos analizados

nos indican que: el Ph se reporta con un valor mínimo de 7.53 y un valor máximo de 8.95, el OD se reporta con un valor mínimo de 6.96 mg/L y valor máximo de 7.65 mg/L, la conductividad eléctrica se reporta con un valor mínimo de 2.26 Us/cm y valor máximo de 8.52 Us/cm. El Ph, OD y T (parámetros fisicoquímicos) están dentro de los ECA's nacionales, pero la CE reportó valores elevados comparado con otras lagunas.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Lagunas**

#### **2.2.1.1 Definición**

Las lagunas son catalogadas como depósitos naturales de agua. Las lagunas costeras son aquellas lagunas que se encuentran separadas del mar mediante una barrera, mientras que las albuferas están conectadas con el mar.

Ramsar (como se menciona en Huamancayo, 2019) define a las lagunas como una especie de humedal de tipo lacustre, donde su característica principal es estar revestida de aguas permanentes, las cuales pueden ser de régimen artificial o natural, salado o salobre, dulce.

Muchos autores mencionan que por lo general las lagunas de regiones interandinas tiene orígenes glaciales, pero también esto se debe a la acumulación de las precipitaciones pluviales y de acontecimientos volcánicos. Muchas de estas lagunas no solo son fuentes hídricas, sino que también son usadas como atractivos turísticos.



*Figura 1.* Fotografía de la laguna “La Encantada”.

Nota. Elaboración propia.

### 2.2.1.2 Tipos de lagunas

La clasificación de las lagunas puede variar, esto se debe al tipo de caracteres usados para la clasificación de las mismas, en los siguientes cuadros se visualizan los tipos de clasificación:

Tabla 1

*Tipos de las lagunas en función a su origen*

---

Lagunas costeras	Este tipo de lagunas están formadas por islas o arrecifes bloqueadas o separadas por banco de arena, las cuales florecen a lo lejos de la costa. Las lagunas costeras se ven afectadas por la variación del mar.
Lagunas de origen volcánico	Este tipo de lagunas se forman en los cráteres de los volcanes o cuando el flujo de lava obstruye el paso de un arroyo o río. Las lagunas formadas en los cráteres son conocidas como aguas termales.
Lagunas de origen glacial	Este tipo de lagunas se forman con aguas de glaciales derretidos. De acuerdo a que los glaciares fluyen en dirección de la gravedad, el proceso erosivo de los glaciares genera depresiones naturales en medio de las rocas que se encuentran debajo de los glaciares.

---

Nota. Autoría Propia del investigador.

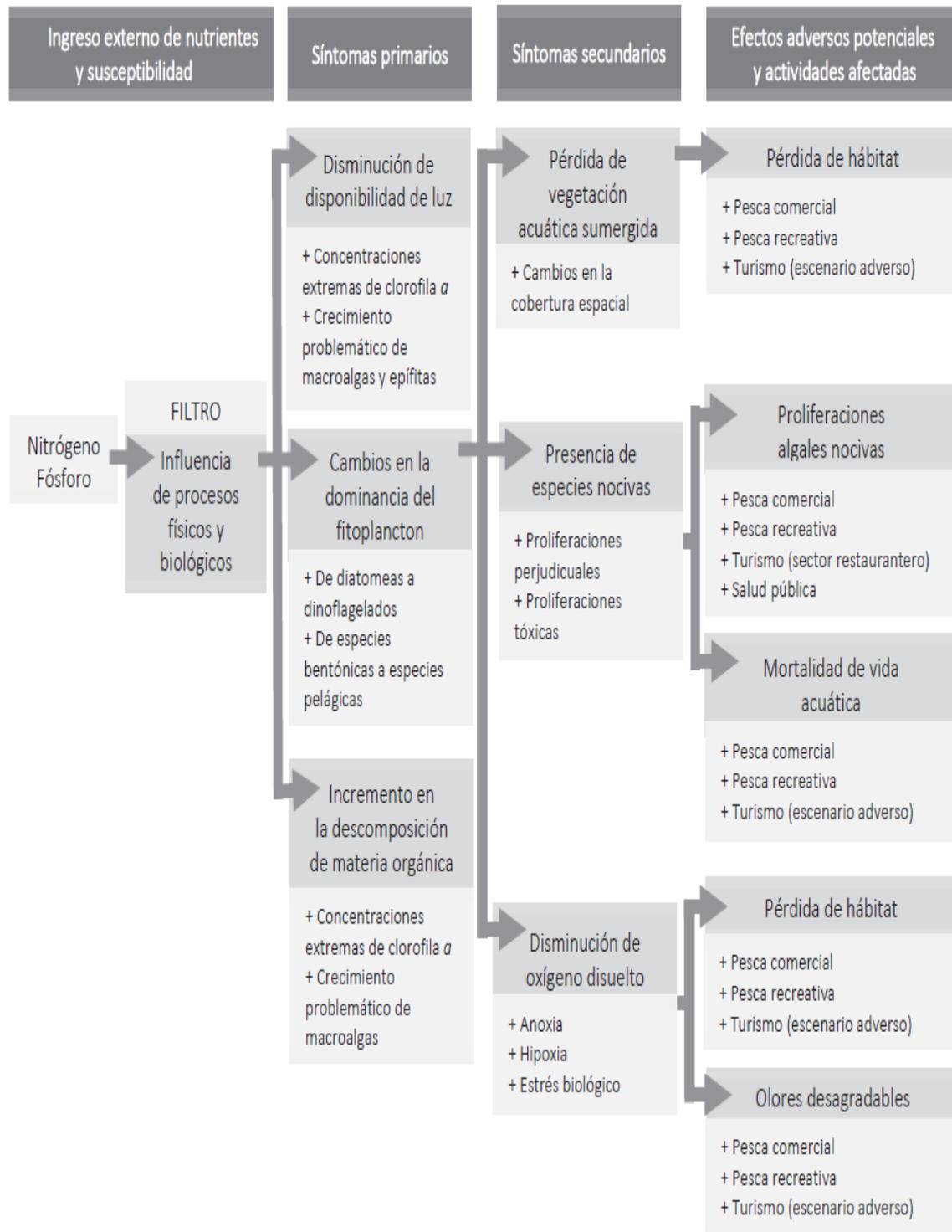


Figura 2. Modelación del proceso de eutrofización en ecosistemas costero – marinos.

Nota. Whitall (como se citó en Ruiz, 2017).

Tabla 2

*Clasificación de las lagunas en función a su estado trófico*

---

	Caso extremo de deterioro de las lagunas.
Eutrófico	En este tipo de lagunas las aguas que la conforman, presentan una gran cantidad de nutrientes lo cual facilita la reproducción de las algas; estas al cumplir su ciclo de vida, mueren y son descompuestas por bacterias anaeróbicas, lo cual generan ácido sulfhídrico y otros gases.
Mesotróficas	En este nivel, las aguas de las lagunas son regulares donde la productividad es media, y la proliferación de algas no es muy significativa.
Oligotróficos	En este tipo de lagunas las aguas que la conforman, son pobres extremos en nutrientes por lo que las algas no pueden proliferarse de manera descontrolada. En este tipo de lagunas sus aguas son claras, donde es posible que la flora y la fauna se desarrollen sin inconvenientes.

---

Nota. Autoría Propia del investigador.



*Figura 3. Lago en proceso de eutroficación.*

Nota. (García & Rosales, 2019)

### **2.2.1.3 Importancia del estudio**

Las lagunas, lagos de agua dulce, ríos y ciénagas, son aguas superficiales; utilizadas por el ser humano para desarrollar sus actividades básicas. Las ciénagas y los lagos en el contexto mundial son abundantes y cumplen un rol muy importante en equilibrio local de agua. (Sierra, 2011, p.19)

Las aguas de las lagunas en muchos casos son usadas para diferentes actividades realizadas por el hombre (consumo). La limnología es la ciencia que estudia los cuerpos de aguas intraterrestres (Lagunas), la importancia de las lagunas radica en su productividad biológica las cuales se ven afectadas por factores biológicos, fisicoquímicos, geológicos y meteorológicos

### **2.2.1.4 Laguna La Encantada**

Dentro de la provincia de Huaura se encuentran tres humedales, que son:

- ✓ Laguna el Paraíso.
- ✓ Albuferas de Medio mundo
- ✓ Laguna Encantada.

Es un área de gran importancia económica, científica, cultural y recreativo. Esta zona está incluida dentro de la caracterización de humedal natural, con una flora y fauna parecidas a los que se encuentran a lo largo del litoral peruano.

La laguna aparece gracias a la filtración de las aguas de la irrigación santa rosa, que ocurrió hace unos 30 años aproximadamente, a su vez gracias a este fenómeno se formaron terrenos aptos para la agricultura.

Tabla 3

*Biodiversidad en la laguna la Encantada*

Flora		Fauna	
			✓ Lisa
✓ Totorá.	Peces		✓ Bagre
✓ Junco.			✓ Cachuelas
✓ Gramalote.			✓ Garza blanca
✓ Pacae.	Aves		✓ Pato Zambullidor pimpollo
			✓ Pato Zambullidor pico grueso
			✓ Polla de agua.

Nota. Ministerio del Ambiente, 2010.

## 2.2.2 Caracterización de las aguas muestreadas

### 2.2.2.1 Físicos

Los parámetros físicos son sustancias que participan de directamente en las condiciones estéticas de los cuerpos hídricos. En otras palabras, son propiedades del agua que son detectables fácilmente por los sentidos.

- Temperatura. – Es un parámetro físico de gran importancia, esto se debe a que afecta a la velocidad de reacción química.

Brito (2019) nos dice que: La temperatura del agua se encuentra relacionada con en el desarrollo de la vida acuática, la radiación solar es un factor que afecta a la temperatura del agua (en zonas tropicales la temperatura es mayor que en zonas templadas. La determinación de la temperatura nos permite analizar las propiedades químicas, físicas y biológicas y, esto también nos ayuda a conocer los efectos que causa en la salud del ser humano. (p.17-18)

- Color. – Es una propiedad del agua que está relacionado con la turbidez. Los investigadores mencionan que aún no se sabe cuál es la estructura química la que le da el color al agua natural.
- Olor y sabor. – Estos dos parámetros están relacionados, y son los causantes principales de la aceptación o rechazo por parte de los consumidores. Los

compuestos orgánicos son los principales causantes de generar mal olor y sabor al agua natural.

- Dureza. – En este parámetro se mide la suma de iones magnesio y calcio, a esto también se le añaden los iones aluminio, manganeso, hierro, etc.

Los sulfatos, cloruros y en especial los carbonatos proceden de la acción del agua sobre las rocas. Por otro lado, la acción combinada del agua e iones bicarbonatos disueltos forman bicarbonatos. Los compuestos carbonatos son poco solubles en agua, por ello cuando exista anhídrido carbónico, se descompondrá para dar paso a bicarbonatos de gran solubilidad (García, 2013).

La dureza se clasifica en dos tipos que son la dureza temporal y la dureza permanente. La primera es producida principalmente por la presencia de bicarbonatos de magnesio y calcio, la segunda se debe principalmente a la presencia de nitratos, sulfatos, cloruros de magnesio y calcio.

Tabla 4

*Expresión habitual de las medidas de la dureza*

1 °F	10 ppm de CaCO <sub>3</sub>
1 °Dh	1.78 °F
1°Dh	17.8 ppm de CaCO <sub>3</sub>

Nota. (García, 2013).

- Turbidez. – Este parámetro está relacionado directamente con el parámetro de ST, esto nos quiere decir que la turbidez está determinada por la presencia de colides y partículas que debido a su diámetro se encuentran flotando en el agua. Por otro lado, la turbidez se define como la dispersión de ases de luz, que intentan pasar a través del agua. La unidad en la que se mide es NTU (unidad nefelométrica de turbidez).
- Densidad. – Este parámetro debe ser tomado en cuenta si los cuerpos de agua poseen un alto grado de salinidad, con la finalidad de realizar de convertir medidas de peso (g) en volumen (l). En la práctica se realizan mediciones volumétricas donde los resultados presentan las unidades de Peso/Volumen (mg/l).



*Figura 4.* Medición del parámetro de oxígeno disuelto.

Nota. Autoría propia del investigador.

#### 2.2.2.2 Químicos

- pH. – En cuerpos hídricos naturales el valor del pH se encuentra en un rango entre 6 a 9. Un pH bajo hace que las aguas se tornen corrosivas, por otro lado, en un proceso de tratamiento de aguas, pH afecta directamente al proceso de desafección y coagulación.

Una sustancia ácida está determinada por la fuerza de su anión; la cual puede presentar anión fuerte (clorhídrico, sulfúrico) o anión débil (bicarbonato, carbonato), donde estos tienen el mismo catión ( $H^+$ ). La misma explicación ocurre para las sustancias básicas.

La valoración del pH se utiliza para determinar la magnitud de acidez ( $H^+$ ), basicidad ( $OH^-$ ) o alcalinidad. Se debe mencionar, que el pH no cuantifica los compuestos o elementos ácidos o alcalinos presentes en el agua; más bien nos presenta la fuerza que éstos tienen (García, 2013).

Tabla 5

*Indicadores de pH en la que se encuentra el agua.*

Rango de pH	Descripción
0 – 7	El agua es ácida, en su composición se encuentran sales o ácidos libres.
7	El agua es neutra, en su composición solo se encuentran sales neutras.
7 – 14	El agua es alcalina o básica, en su composición se encuentran sales básicas.

Nota. (García, 2013).

- DQO. – Se define como la cantidad de oxígeno empleado en la degradación por sustancias o cuerpos reductores que se encuentran en los cuerpos hídricos sin la participación de los microorganismos. En otras palabras, hace referencia a la cantidad de materia orgánica oxidable (biodegradable o no).

Mediante este parámetro se mide la cantidad contaminante orgánico que presenta una muestra de agua, se puede decir que brinda la misma información que la DBO; pero a diferencia, los análisis de la DQO no requieren la inoculación las muestras provenientes de los ambientes cercanos a anoxia (Pérez & Rodríguez, 2008).

- DBO. – Este parámetro mide la cantidad de materia biodegradable presente en una muestra de agua. La DBO hace referencia a la cantidad de oxígeno requerido para degradar la materia orgánica, por acción de los microorganismos en un proceso anaerobio.

Las aguas al poseer una alta concentración de material orgánico, proliferan el desarrollo de bacterias y hongos. El oxígeno, necesario para oxidar el material orgánico, es consumido lo cual perturba el adecuado desarrollo de la flora y la fauna del medio acuático que necesitan de él, estos cambios son la calidad del agua y la merma del Ph (Huaman et la, 2021).

- OD. – Los peces y otros organismos acuáticos necesitan de este elemento. La solubilidad del oxígeno en el agua depende, de la temperatura en al que se encuentre el cuerpo de agua, la turbulencia del agua, la salinidad y la presión

atmosférica. El oxígeno disuelto a presión atmosférica, a saturación y nivel del mar está en un rango de 15 mg/L a 0°C y 8 mg/L a 25°C.

Horne y Goldman (como se menciona en Brito et al, 2016) En los ecosistemas acuáticos, el oxígeno disuelto, es indispensable para el desarrollo de todos los organismos acuáticos (presentan respiración aeróbica), las fluctuaciones en su concentración brindan información sobre el potencial de las reacciones bioquímicas que se pueden suscitar en el medio acuático y de la intensidad de la carga orgánica que llega al sistema de la parte externa.

- ORP. – Son las siglas que hacen alusión al Potencial de Oxido Reducción. Este parámetro es una medición electrónica, mediante la cual se indica la capacidad de una sustancia química para oxidar o reducir a otra sustancia química. Las unidades en la que se expresa este parámetro el Mv (milivoltios). Como se sabe por teoría el proceso de oxidación o reducción química, implica la transferencia de electrones entre moléculas.

### **2.2.3 Calidad de agua**

#### **2.2.3.1 D.S. N°004-2017-MINAM**

Es el decreto mediante el cual se aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) aplicados a los cuerpos hídricos y con ello también se establecen las disposiciones complementarias.

- Artículo 3.- En este artículo se menciona las categorías a las que pertenecen determinados cuerpos de agua para determinar los ECA, en la categoría 1 esta las aguas de uso poblacional y recreacional, en la categoría 2 están las aguas que se utilizan para los cultivos, en la categoría 3 están las aguas destinadas para regar vegetales y para bebida de animales, y en la categoría 4 se habla de la preservación del medio acuático.
- Artículo 5.- En este artículo se habla de los ECA aplicados en aguas como referente indispensable, esto se basa en la utilización de los diseños de instrumentos de gestión ambiental; así también se refiere a los parámetros que se mencionan dentro del artículo.

- La primera disposición complementaria, habla sobre los instrumentos de gestión ambiental, la segunda nos habla sobre la autorización para vertir AR (aguas residuales).

### **2.2.3.2 R.J. N° 010-2016-ANA**

Los objetivos de este reglamento es universalizar los criterios y procedimientos metodológicos para valorar la calidad de cuerpos hídricos, basado en las diferentes categorizaciones de los cuerpos de agua, donde se consideran el diseño, ubicación de estaciones de muestreo, la frecuencia, medida de los parámetros en campo, condiciones de almacenamiento, transporte y análisis en el laboratorio.

### **2.2.3.3 Ley de recursos hídricos N° 29338**

Ley que regulariza el consumo y la gestión de las fuentes de agua, donde están comprendidos aguas subterráneas y superficiales. En el título V, se habla de la protección del agua, donde se encuentra conformado por los siguientes artículos:

- Artículo 73.- Nos habla acerca de las categorías de los cuerpos de agua, la ANA los clasifica en base a la calidad y cantidad del agua, uso de las mismas por parte de los pobladores y consideraciones hidrográficas.
- Artículo 76.- El consejo de Cuenca y ANA, tienen como rol el control, supervisión y fiscalización de la ejecución de los reglamentos de calidad ambiental tomando como referencia el ECA del agua.

## **2.3 Definiciones conceptuales**

Lago. – Pertenece al grupo de aguas lenticas. Lake (lago), en la enciclopedia Británico menciona que un lago es una masa de agua quieta ubicada en una depresión del terreno sin ninguna conexión de forma directa con las aguas del mar. Por otro lado, este término se aplica también cuando existe un aumento en el caudal de un río que desemboca directamente en el mar. (Otero, 1953)

Laguna. – Lagoon, este término se usa principalmente para nombrar a una extensión de agua salobre, regiones cenagosas cerca al mar o aguas que se encuentran quietas

encerradas por arrecifes. Las lagunas son de mayor dimensión que los lagos. (Otero, 1953)

Parámetros físicos. – Son propiedades que cambien el aspecto a como se muestra las aguas a nuestros sentidos, dentro de estos parámetros encontramos a los sólidos disueltos, el color, la temperatura, la turbidez. Las sustancias que modifican las propiedades del agua pueden ser tóxicas. (Frías & Cabudiva, 2016)

Parámetros químicos. - Son propiedades que afectan a la composición química del agua, dentro de estos parámetros encontramos a Ph, OD, DBO5, ORP. Estas propiedades son las que le dan las características más importantes de la calidad de las aguas. (Frías & Cabudiva, 2016)

Estándares de calidad. – Se encuentra definido en el numeral 31.1 del artículo 31, donde menciona que los ECAs son las medidas que delimitan los niveles de concentración o el grado de sustancias, elementos o parámetros químicos, físicos y biológicos que existen en el medio ambiente (agua). (MINAM, 2017)

Eutrofización. – Es un proceso natural, donde el fenómeno es el envejecimiento de los lagos y lagunas, este proceso ocurre en un tiempo muy alargado e independientemente la actividad humana. (Bonansea, et al. Como se citó en García & Rosales, 2019) Pero en los últimos años, este proceso a sido causada por las diferentes actividades del hombre, donde el proceso de contaminación de las aguas afecta y contribuye con el proceso de eutrofización.

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

Las aguas de la laguna “La Encantada” se encuentran en un estado de conservación del ambiente acuático.

#### **2.4.2 Hipótesis específica**

- Los parámetros fisicoquímicos pH, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, DBO, sólidos totales disueltos, ORP permiten realizar la caracterización fisicoquímica de las aguas de la laguna "La Encantada".
- Las aguas de la laguna "La Encantada" cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental.

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño Metodológico

La investigación es de diseño no experimental longitudinal, enfoque cuantitativo y nivel descriptivo.

### 3.2 Población y muestra

#### 3.2.1 Población

La población de estudio es toda la extensión de la laguna “La Encantada”.

#### 3.2.2 Muestra

Las muestras que se recolectaron para el estudio de las aguas de la laguna fueron en total 6 muestras.

### 3.3 Ubicación de la zona de estudio

La laguna “La Encantada” está ubicada en el distrito de Santa María, en el Km 148, tomando como referencia el ovalo de Huacho y con una extensión de 3 Km<sup>2</sup>.

Tabla 6

*Ubicación geográfica de la laguna la Encantada.*

Centro Poblado	Distrito	Provincia	Departamento
Los Pinos	Santa María	Huaura	Lima

Nota. Elaboración propia.

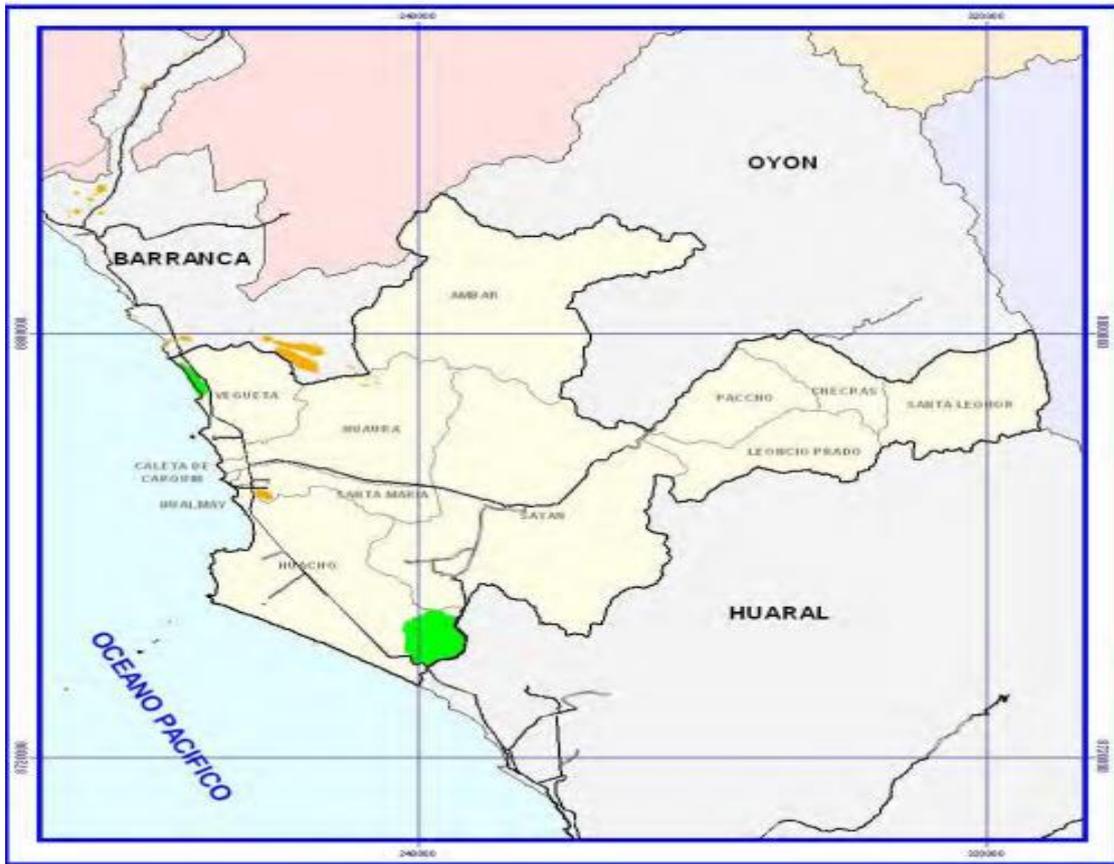


Figura 5. Mapa de la ubicación de la provincia de Huaura y distritos que la componen.

Nota. Municipalidad Provincial de Huaura, 2021

Tabla 7

*Coordenadas de la ubicación de la laguna la Encantada.*

Latitud	Longitud	Altitud
-11° 8062 S	-77° 33.247 O	135 msnm

Nota. Elaboración propia – Google maps.



Figura 6. Vista satelital.

Nota. Google Maps.

### 3.4 Metodología de muestreo

#### 3.4.1 Premonitoreo

Los muestreos serán realizados una vez por mes, durante tres meses: agosto, setiembre y octubre, en cada uno de los muestreos se ubicaron 6 estaciones de muestreo, ubicados en puntos de fácil acceso.

Se analizaron diversos parámetros fisicoquímicos, se tomaron los más representativos, en el presente estudio se optó por caracterizar los expuestos en la Tabla 8.

Tabla 8

*Coordenadas de la ubicación de la laguna la Encantada*

Parámetros físicos	Temperatura, Conductividad, STD, Turbidez
Parámetros químicos	pH, OD, DBO <sub>5</sub> , ORP

Nota. Elaboración propia – Excel.

### 3.4.2 Monitoreo

En la laguna se identificó los seis puntos de monitoreo, previstos anteriormente. El rotulado de las botellas para el recojo de la muestra fueron denotadas por  $P_{i=1; 2, \dots, 6}$ , los parámetros medidos en el área de monitoreo fueron la temperatura, pH, OD y turbiedad. En la misma área se saca la ubicación de la estación de muestreo con la ayuda de Google Earth, también se mide la temperatura ambiente.

El muestreo se basa en la toma diferentes muestras en diferentes estaciones, alrededor de todo el cuerpo acuático en estudio. Las muestras son tomadas a una profundidad de 1 a 1.5 m, con una cantidad recolectada de 350ml, las cuales son almacenadas en las botellas rotuladas, estas botellas son almacenadas en cajas para su transporte.

Tabla 9

*Ubicación de las estaciones de muestreo – Primera toma*

	Coordenadas		Hora
P1	-11.364240	-77.555474	9:42
P2	-11.137672	-77.555120	10:05
P3	-11.135270	-77.555926	10:24
P4	-11.133173	-77.554760	10:35
P5	-11.132813	-77.551623	10:51
P6	-11.135219	-77.550557	11:13

Nota. Elaboración propia – Google maps.

### 3.4.3 Posmonitoreo

Este paso se lleva a cabo en las instalaciones del laboratorio de química analítica, donde se medirán los parámetros restantes, como lo son: SST, pH, DBO5 y ORP, la temperatura de la muestra también debe ser medida ya que de ello dependen los demás parámetros.

Para la medición de la DBO, la muestra debe ser adecuada y esta debe ser incubada por un periodo de 5 días manteniendo una temperatura de 20 °C. En las mediciones realizadas se determina que el pH esta por encima de 8.0, las recomendaciones es que el pH de la muestra este en un rango de 6.5 a 7.5, para ello se le agregó a la muestra una solución de  $H_2SO_4$ , con la cual se obtuvo que las muestras estén en un rango de pH 6.9 a 7.3.

### **3.5 Equipos e instrumentos**

#### **3.5.1 Multiparámetro AD8000**

Es un equipo que nos permite medir ORP, pH, conductividad, STD y temperatura. Este instrumento no es portátil, por ello los parámetros de las muestras son medidas, con este instrumento, en el laboratorio.

Las mediciones de pH se compensan con la temperatura de efecto automático usando el electrodo que mide la temperatura, para la medida de la conductividad el electrodo que se usa ya posee un medidor de temperatura, pero esta corrección puede ser insertada de forma manual.

#### **3.5.2 Medidor MW600**

Este equipo es portátil, sirve para medir la cantidad de OD presente en una muestra. Los electrodos contienen soluciones electrolíticas, se debe verificar que dentro de las membranas no se hayan generado burbujas, no haya ingresado aire. De haberlo, con ayuda de una varilla dar pequeños golpecitos a los costados para que sean eliminadas. No se debe tocar la membrana porque pueden ser dañadas, lo recomendable es que se haga la calibración cada dos semanas de no haberlo usado.

#### **3.5.3 Sistema D.B.O.**

Este equipo mide manométricamente la demanda bioquímica de oxígeno. Velp Científica diseña instrumentos, que cumplen con las normas internacionales de seguridad, el Sensor de DBO es un innovador instrumento electrónico la cual no contiene mercurio.

Los microorganismos existentes en la muestra de agua degradan la materia orgánica mediante un proceso bioquímico donde se consume oxígeno, este proceso produce dióxido de carbono que es equivalente volumétricamente al oxígeno consumido.

Debido a que el proceso se lleva a cabo en condiciones anaeróbicas, se debe de usar hidróxido de calcio para absorber el dióxido de carbono producido. En muchos casos se usa la cal sodada que es una mezcla de hidróxido de sodio y óxido de calcio, la cual puede absorber un 20% de dióxido de carbono.

#### **3.5.4 AD11**

Este instrumento es un pH -metro, es portátil, es impermeable a la humedad, debido a que su carcasa se encuentra sellado herméticamente. Las mediciones que realiza el instrumento son exactas con un indicador de estabilidad que se muestra en la pantalla LCD. Este modelo cuenta con un sensor de temperatura, la cual es muy importante para la valoración del pH.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de muestras, realizadas en campo, de la primera toma-03/08/22

Tabla 10

*Mediciones de campo – Primera toma*

Muestra	T. Ambiente	Hora	T. Muestra	pH	Turbidez	OD
P1	18.9	09:42	18.4	8.5	37.5	7.8
P2	15.4	10:05	18.1	8.7	46.5	7.4
P3	16.4	10:24	17.2	8.7	36.7	7.7
P4	15.5	10:35	17.3	8.7	34.7	8.3
P5	16.1	10:51	17.8	8.7	33.6	8.3
P6	18.2	11:13	19	8.7	38.6	7.7

Nota. Elaboración propia – Excel.

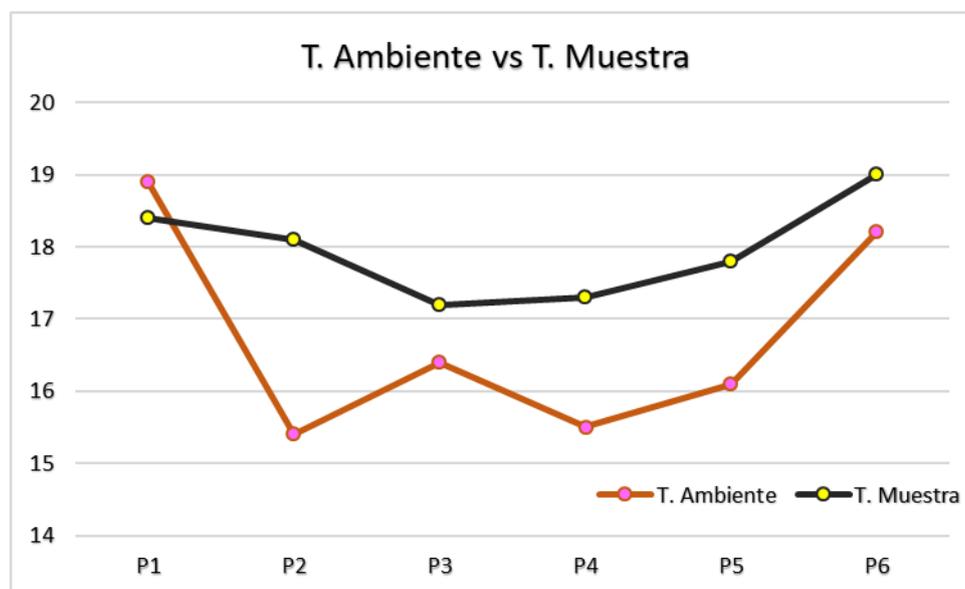


Figura 7. Representación de datos, T. ambiente vs T. muestra.

Nota. Elaboración propia – Excel.

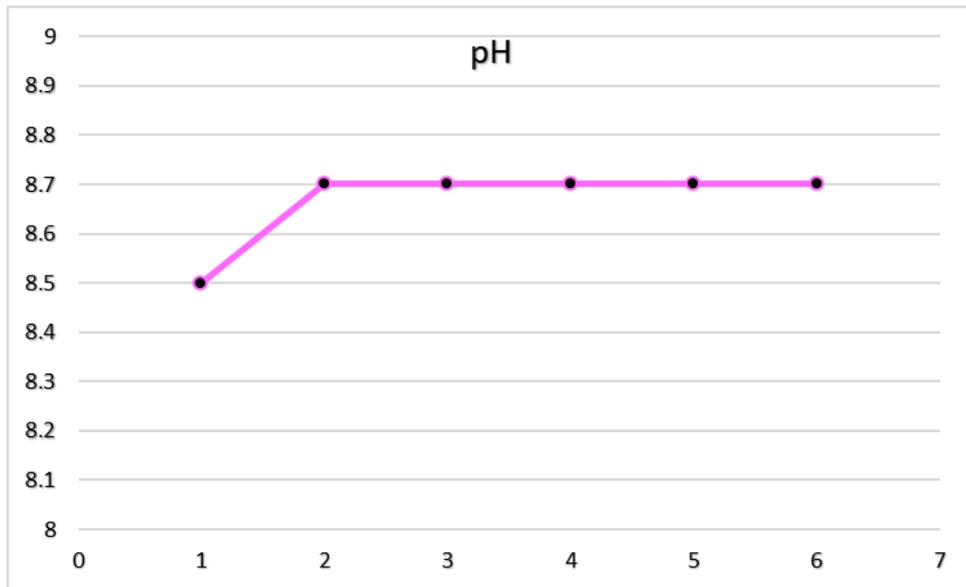


Figura 8. Representación de datos, pH.

Nota. Elaboración propia – Excel.

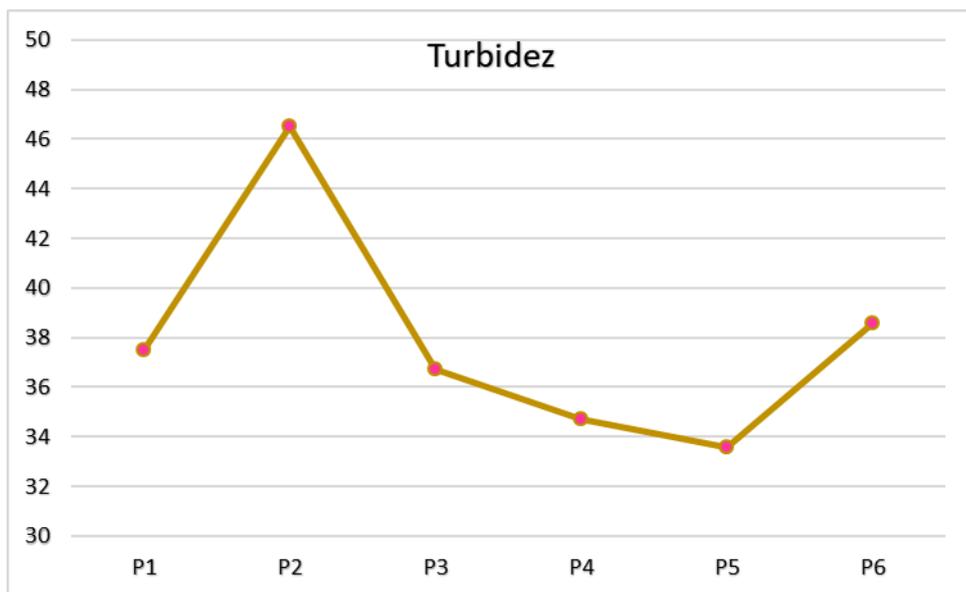


Figura 9. Representación de datos, Turbidez.

Nota. Elaboración propia – Excel.

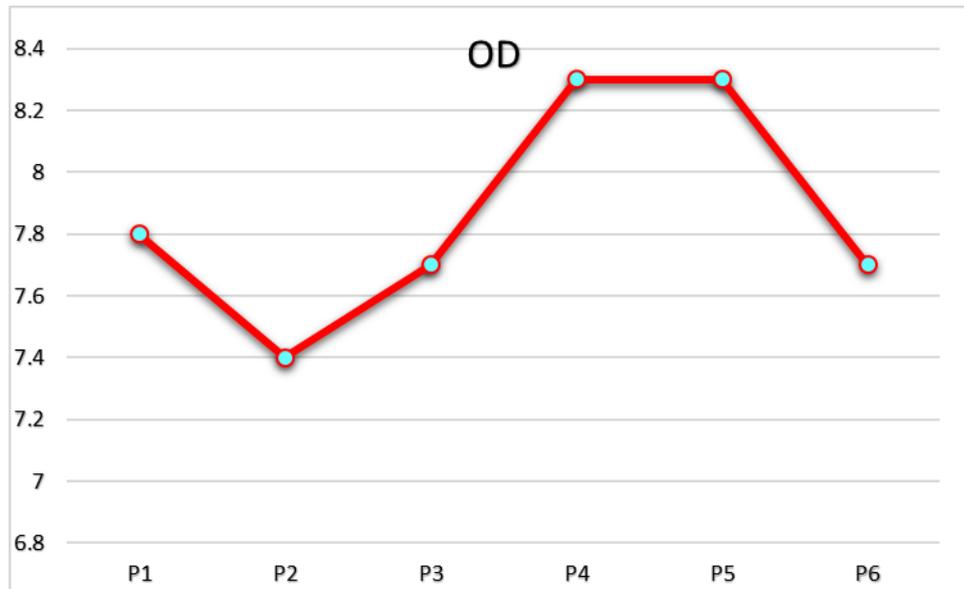


Figura 10. Representación de datos, OD.

Nota. Elaboración propia – Excel.

#### 4.2 Análisis de muestras, de la primera toma ejecutadas en el laboratorio

Tabla 11

*Mediciones de laboratorio – Primera toma*

Muestra	T. Muestra	CE	STD	ORP	pH	DBO
P1	18.7	14.23	7.18	121.3	8.51	18
P2	18.9	14.43	7.22	122.1	8.68	15
P3	18.6	14.82	7.4	136.2	8.71	11
P4	18.8	15.06	7.52	140.8	8.87	13
P5	18.9	15.07	7.57	141.8	8.89	17
P6	19.9	14.69	7.35	148.2	8.87	9

Nota. Elaboración propia – Excel.

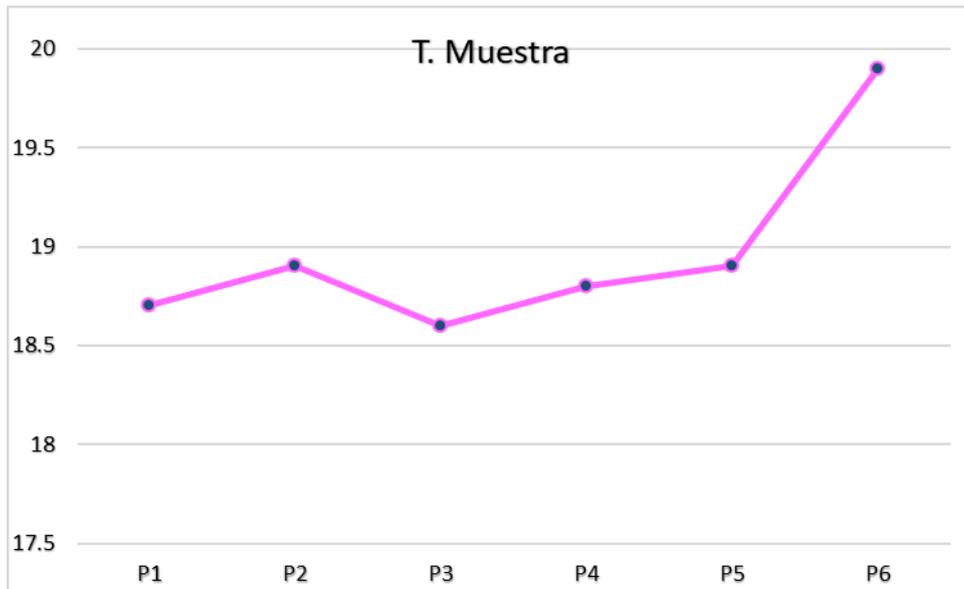


Figura 11. Representación de datos, T. muestra.

Nota. Elaboración propia – Excel.

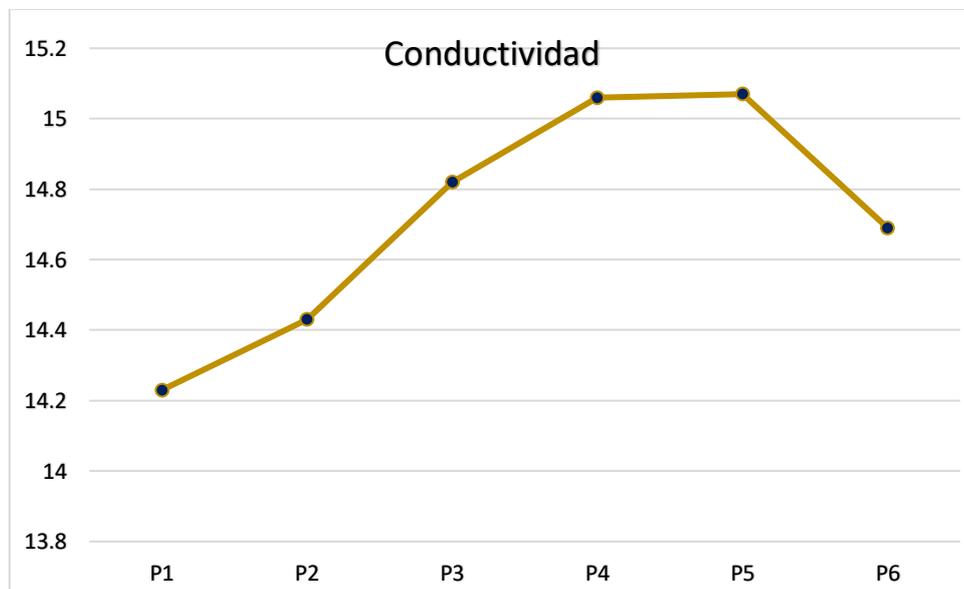


Figura 12. Representación de datos, conductividad.

Nota. Elaboración propia – Excel.

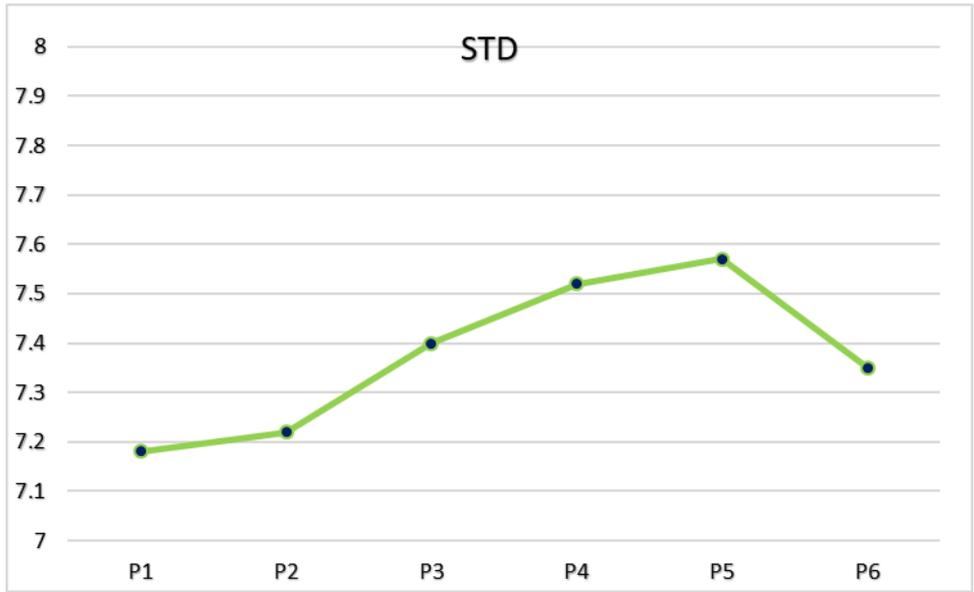


Figura 13. Representación de datos, STD.

Nota. Elaboración propia – Excel.

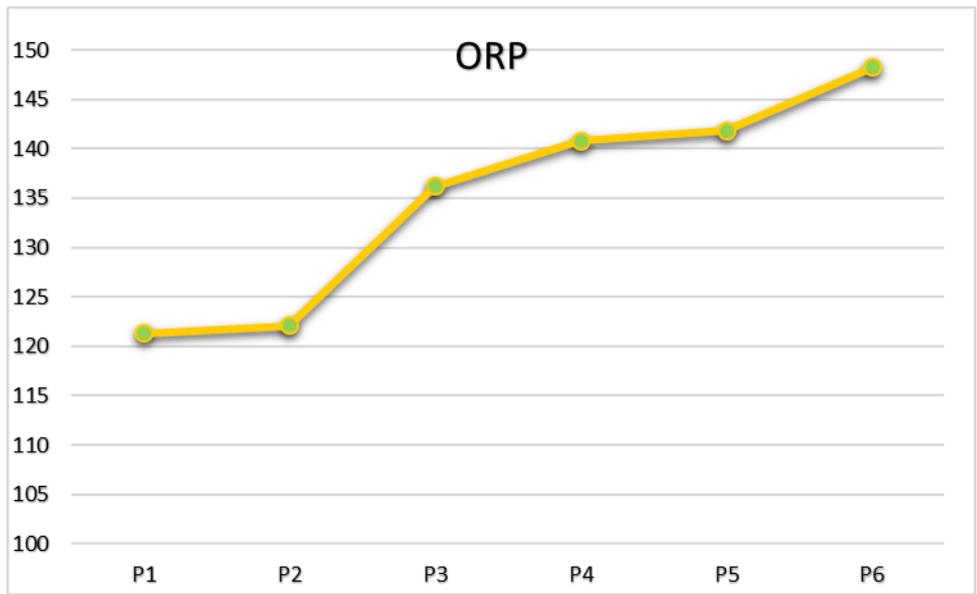


Figura 14. Representación de datos, ORP.

Nota. Elaboración propia – Excel.

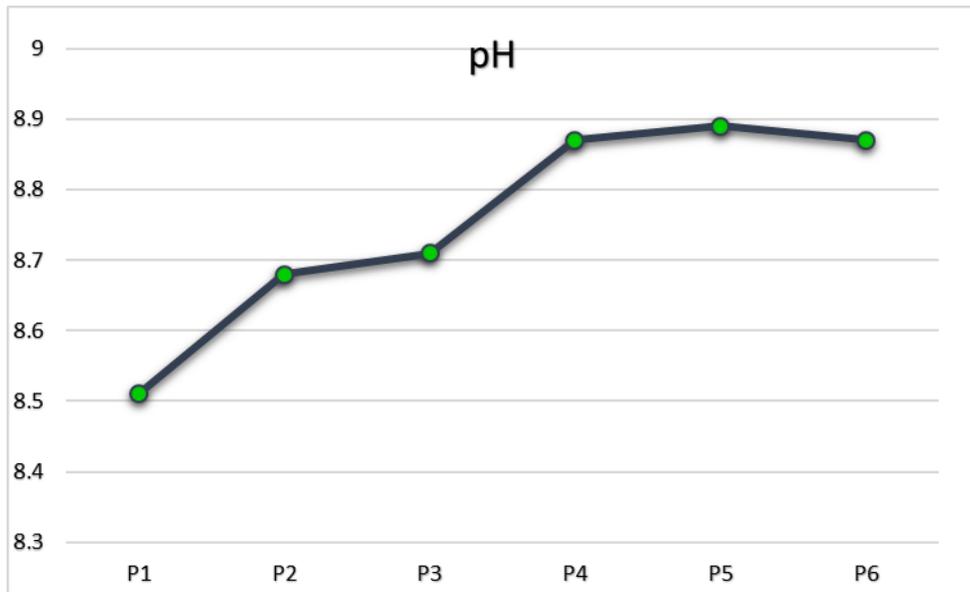


Figura 15. Representación de datos, pH.

Nota. Elaboración propia – Excel.

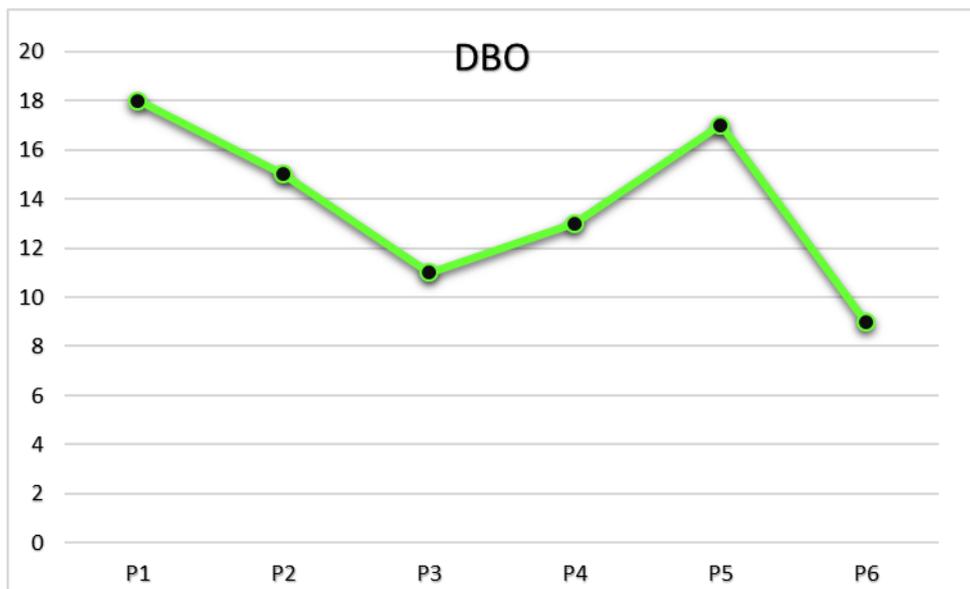


Figura 16. Representación de datos, DBO.

Nota. Elaboración propia – Excel.

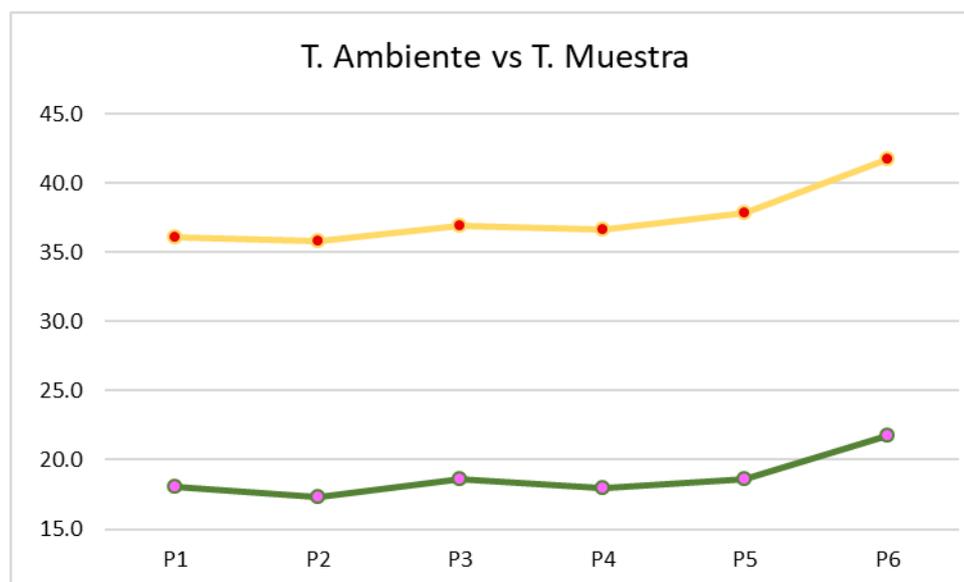
### 4.3 Análisis de muestras, realizadas en campo, de la segunda toma-09/09/22

Tabla 12

*Mediciones de campo – Segunda toma*

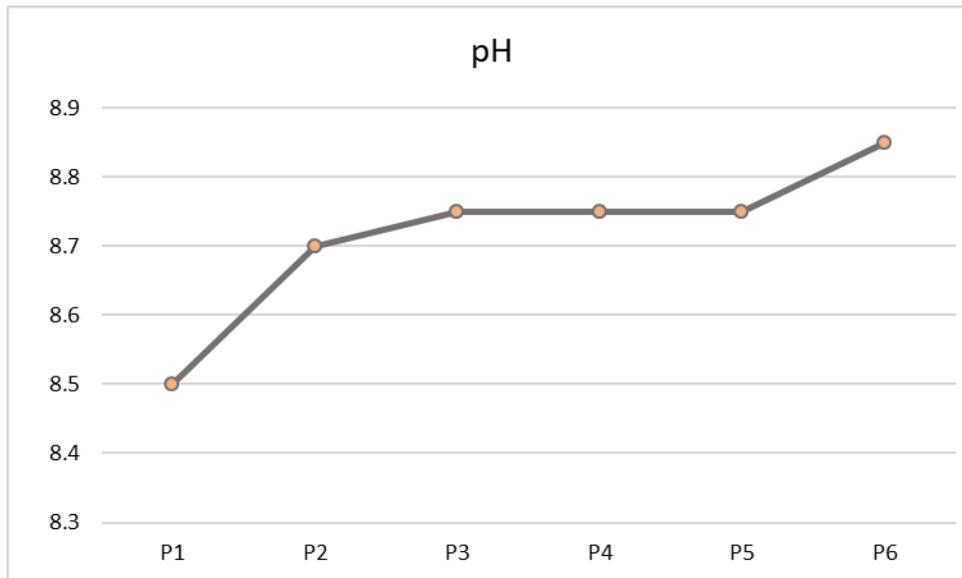
T. Ambiente	Hora	T. Muestra	pH	Turbidez	OD
18.1	10:20	18.0	8.5	44.3	5.4
17.3	10:39	18.5	8.7	41.6	6.9
18.6	10:58	18.4	8.8	38.1	7.4
18.0	11:11	18.7	8.8	37.2	7.3
21.6	11:27	19.2	8.8	35.5	7.5
21.8	11:55	20.0	8.9	38.7	7.3

Nota. Elaboración propia.



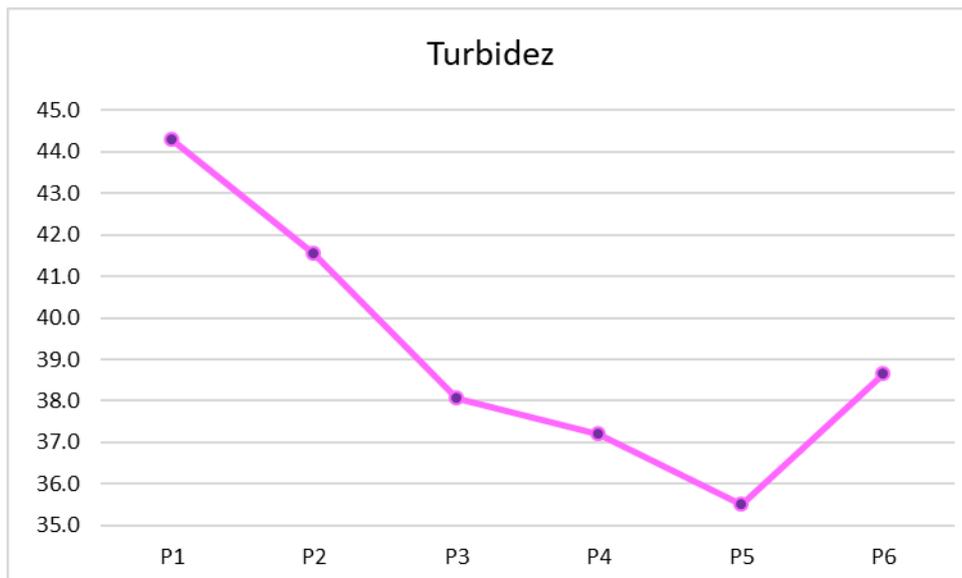
*Figura 17.* Representación de datos, T. Ambiente vs T. muestra – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.



*Figura 18.* Representación de datos, pH – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.



*Figura 19.* Representación de datos, Turbidez – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

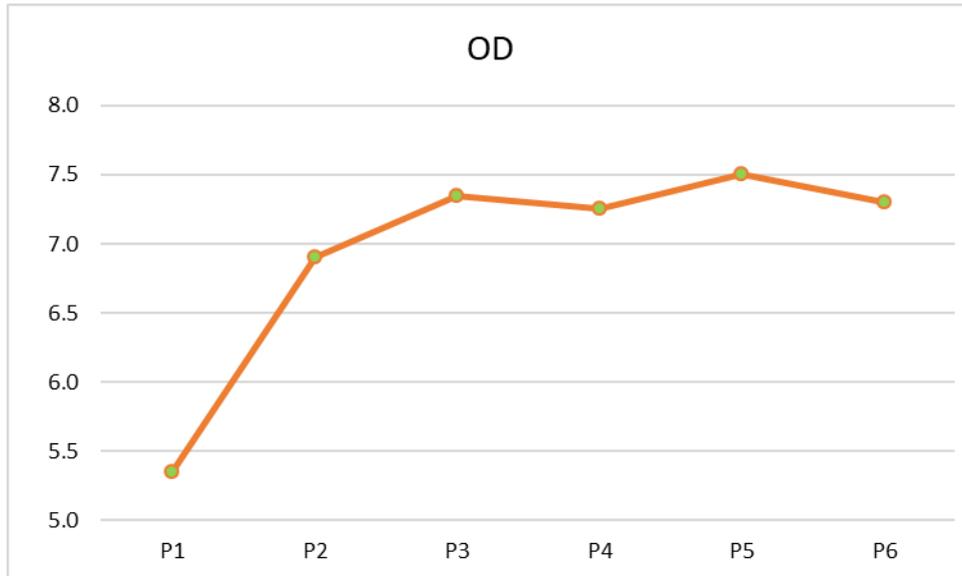


Figura 20. Representación de datos, OD – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

#### 4.4 Análisis de muestras de la segunda toma ejecutadas en el laboratorio – 09/09/22

Tabla 13

Mediciones de laboratorio – Segunda toma

T. Muestra	CE	STD	ORP	pH	DBO
21.0	14.70	7.39	102.6	8.51	24
21.4	14.91	7.43	114.5	8.60	26
20.4	15.16	7.55	142.3	8.71	19
20.6	15.36	7.68	140.6	8.87	19
20.8	15.32	7.68	143.4	8.89	24
20.4	14.93	7.46	149.5	8.87	17

Nota. Elaboración propia.



Figura 21. Representación de datos, T. muestra – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

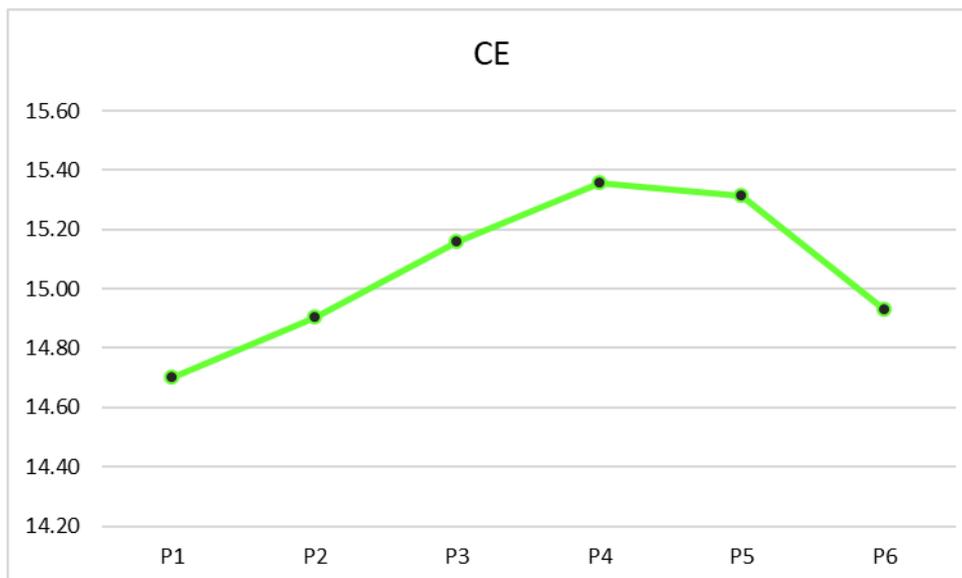


Figura 22. Representación de datos, CE – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

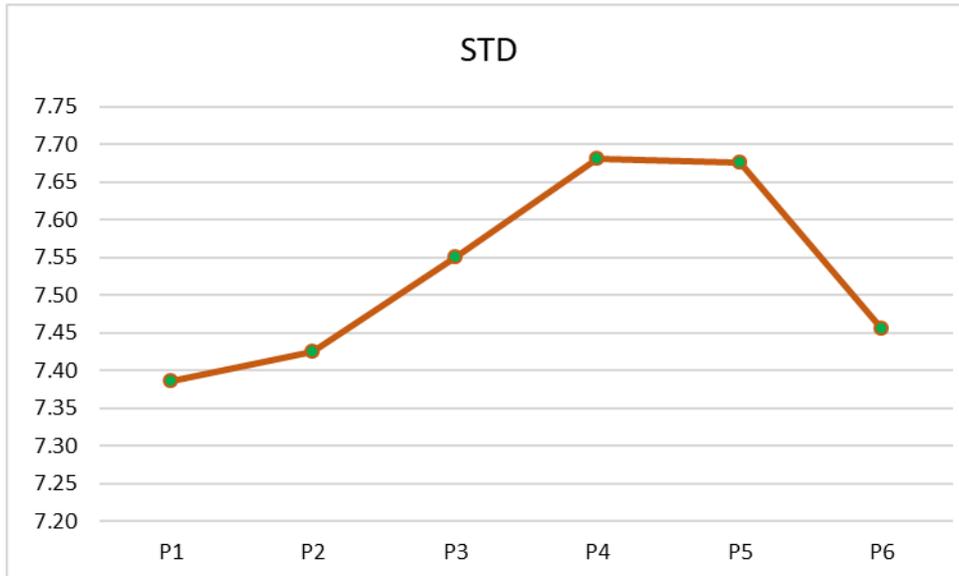


Figura 23. Representación de datos, STD – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

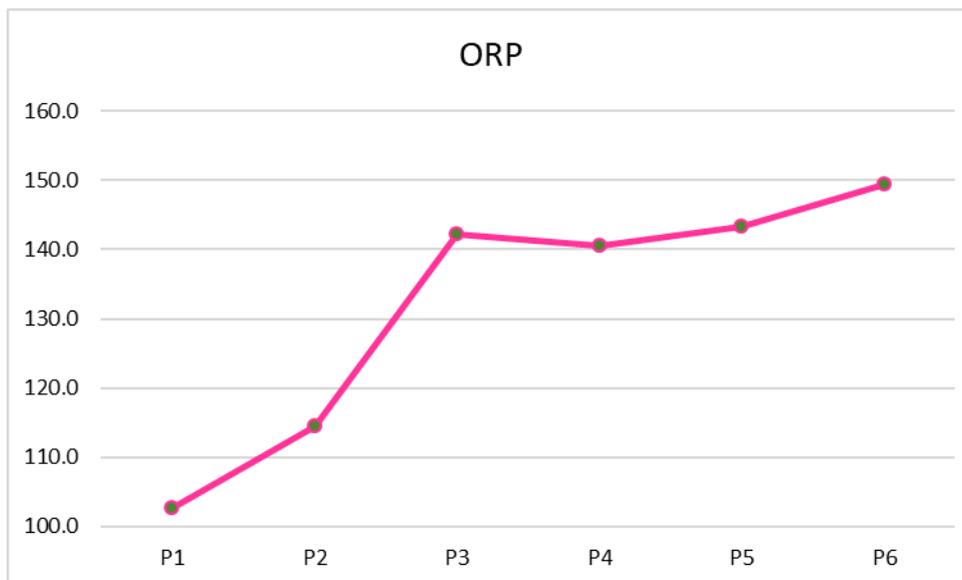


Figura 24. Representación de datos, ORP – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

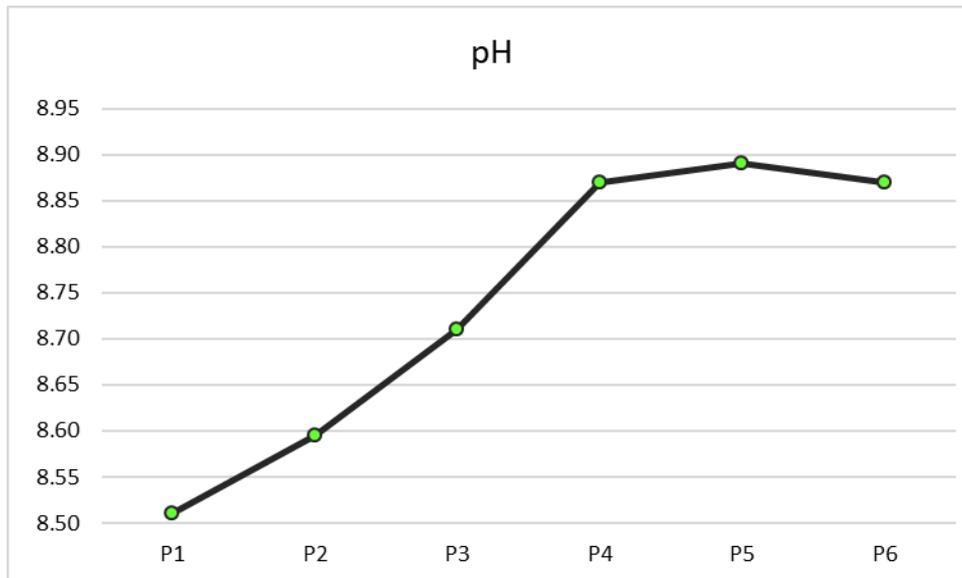


Figura 25. Representación de datos, pH – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

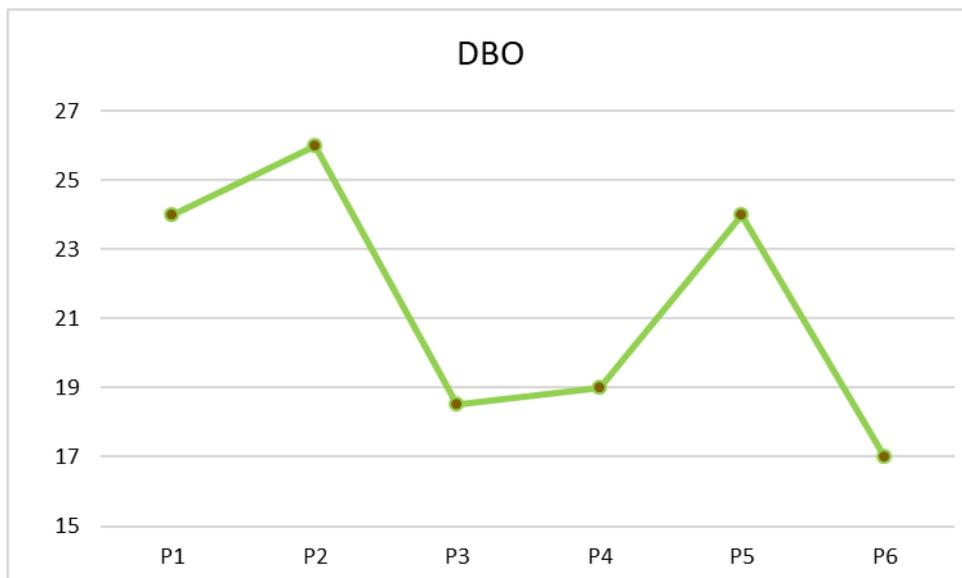


Figura 26. Representación de datos, DBO – segunda toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

#### 4.5 Análisis de muestras, realizadas en campo, de la tercera toma-18/10/22

Tabla 14

*Mediciones de campo – Tercera toma*

T. Ambiente	Hora	T. Muestra	pH	Turbidez	OD
17.2	10:20	17.6	8.5	51.1	2.9
19.2	10:39	18.9	8.7	36.6	6.4
20.8	10:58	19.5	8.8	39.4	7.0
20.4	11:11	20	8.8	39.7	6.2
21.1	11:27	20.6	8.8	37.4	6.7
25.3	11:55	20.9	9.0	38.7	6.9

Nota. Elaboración propia.

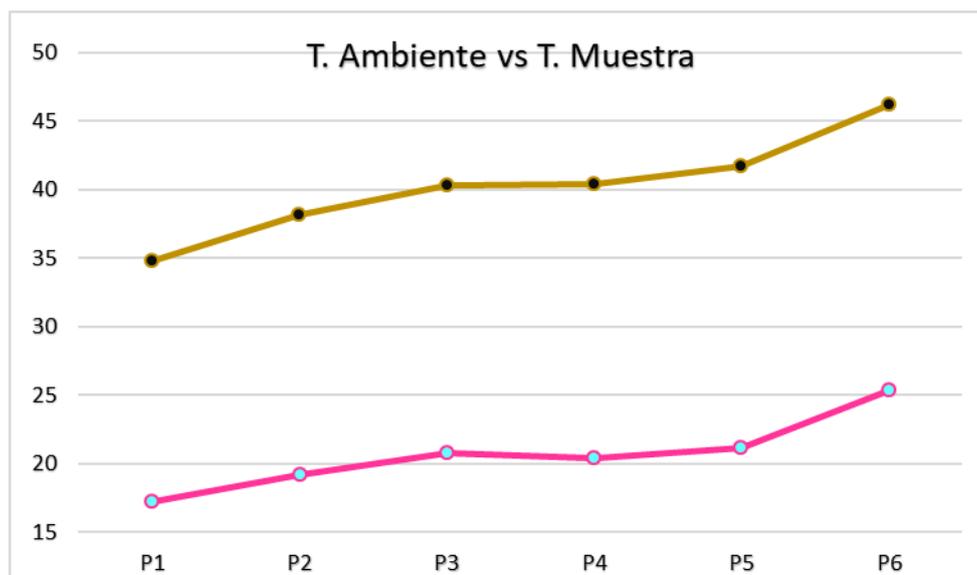


Figura 27. Representación de datos, T. Ambiente vs T. muestra – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

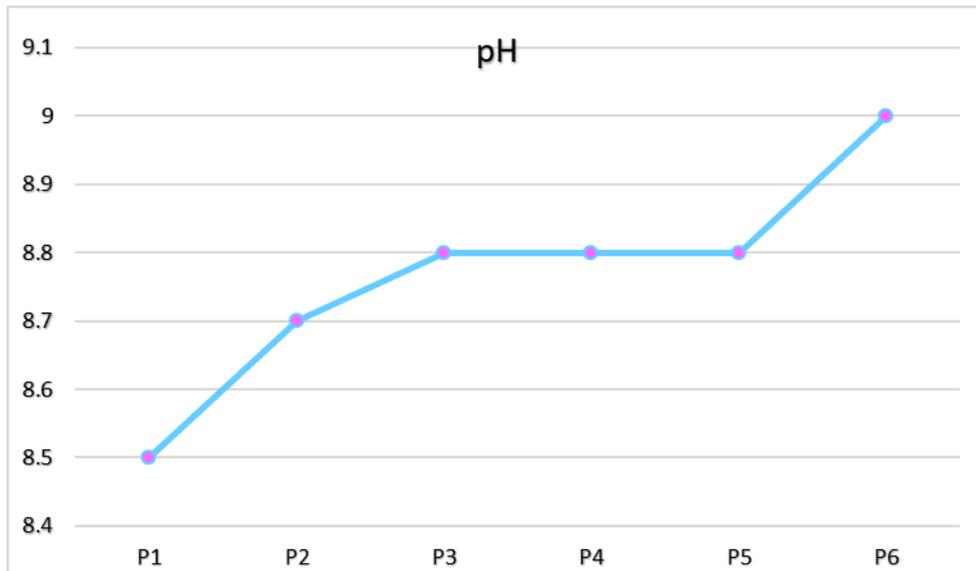


Figura 28. Representación de datos, pH – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

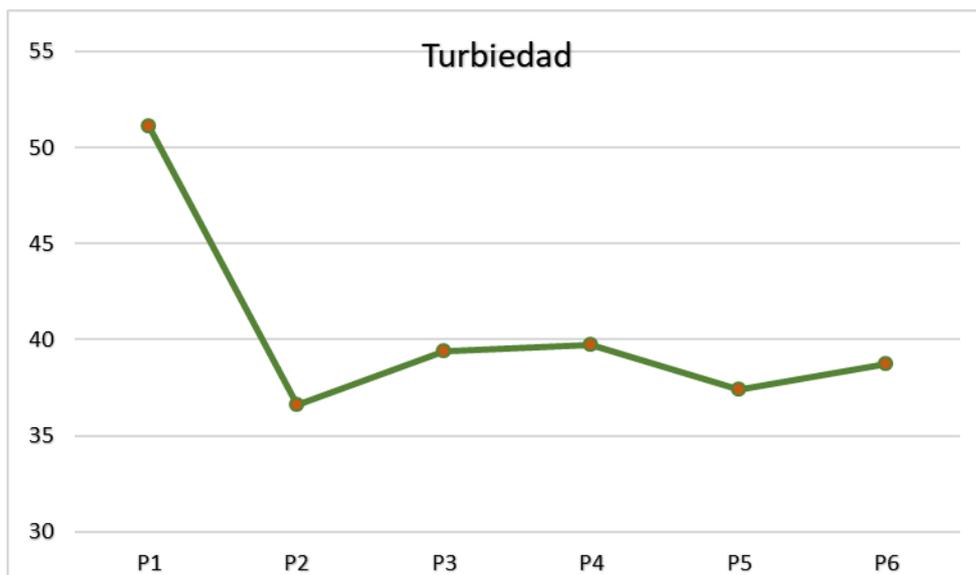


Figura 29. Representación de datos, Turbiedad – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

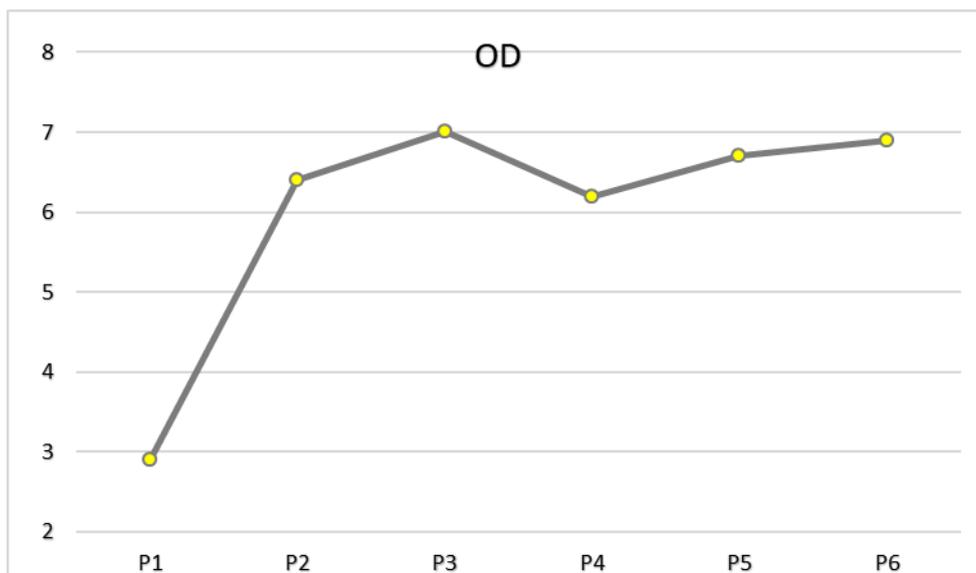


Figura 30. Representación de datos, OD – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

#### 4.6 Análisis de muestras de la tercera toma ejecutadas en el laboratorio – 18/10/22

Tabla 15

Mediciones de laboratorio – Tercera toma

T. Muestra	CE	STD	ORP	pH	DBO
23.3	15.17	7.59	83.8	8.51	30
23.9	15.38		106.9	8.68	37
22.1	15.50	7.70	148.3	8.71	26
22.4	15.65	7.84	140.3	8.87	25
22.6	15.56	7.78	145.0	8.89	31
20.8	15.17	7.56	150.7	8.87	25

Nota. Elaboración propia.

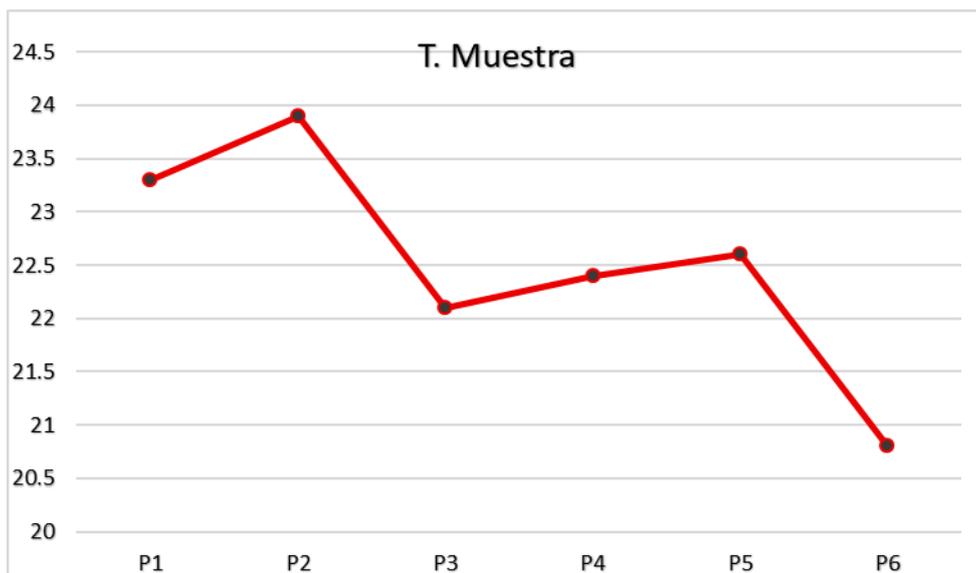


Figura 31. Representación de datos, T. muestra – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

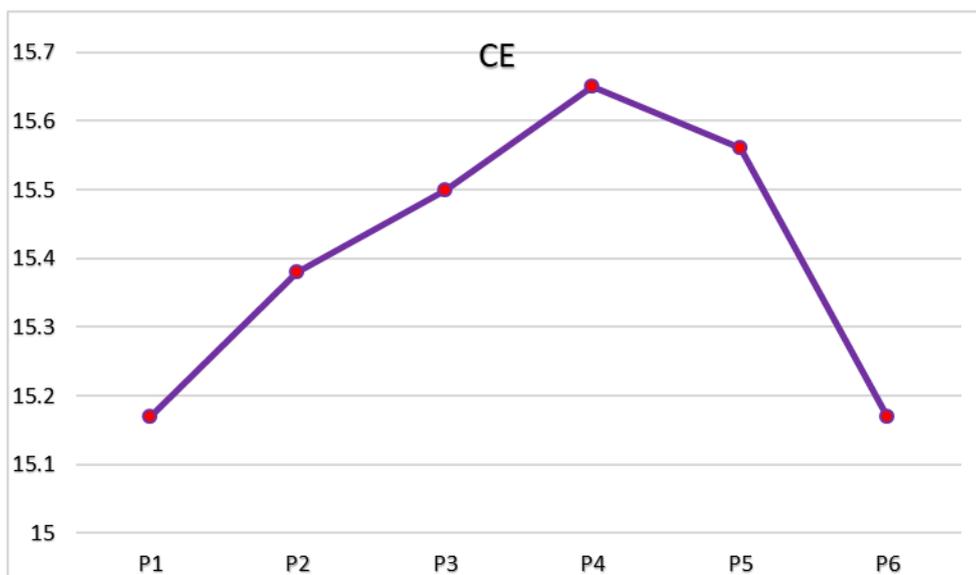


Figura 32. Representación de datos, CE – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

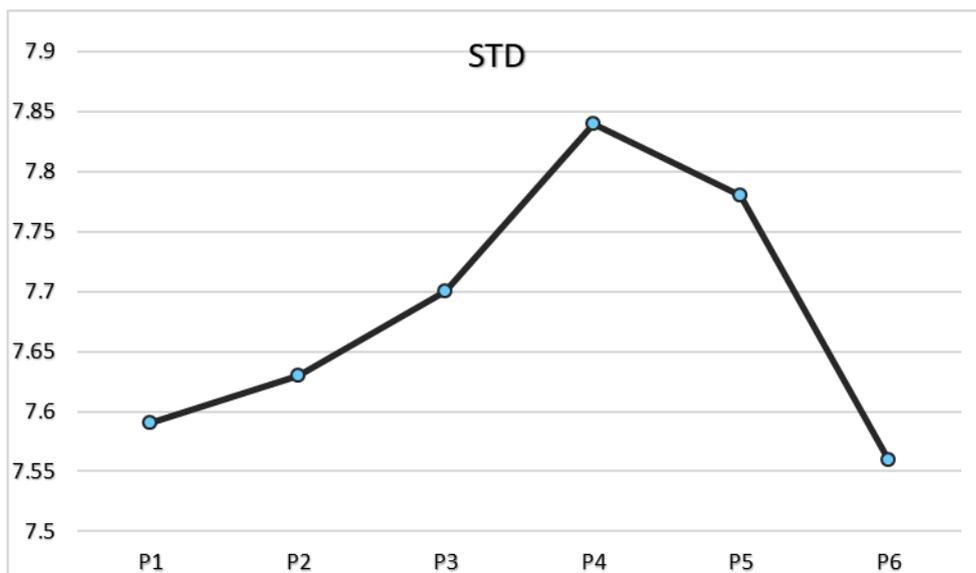


Figura 33. Representación de datos, STD – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

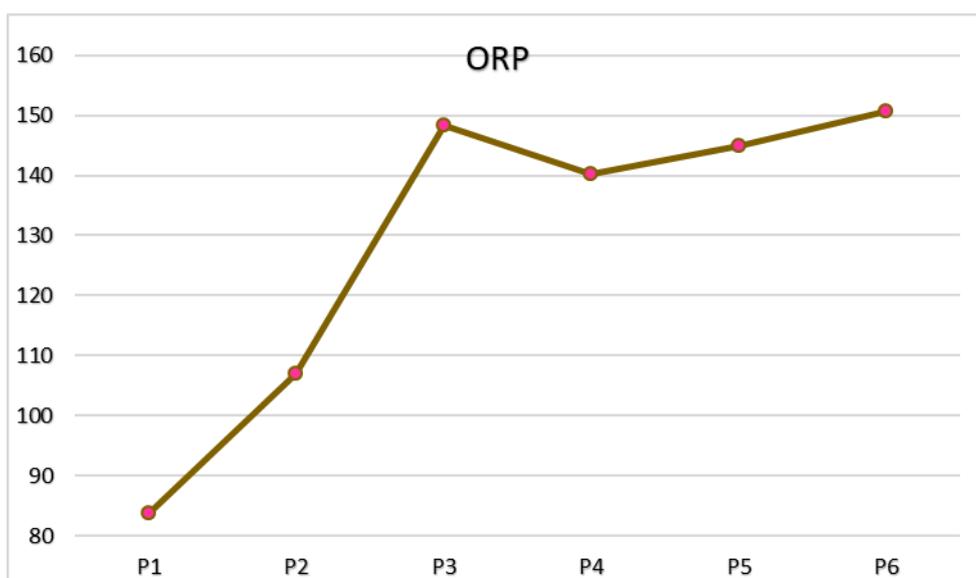


Figura 34. Representación de datos, ORP – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

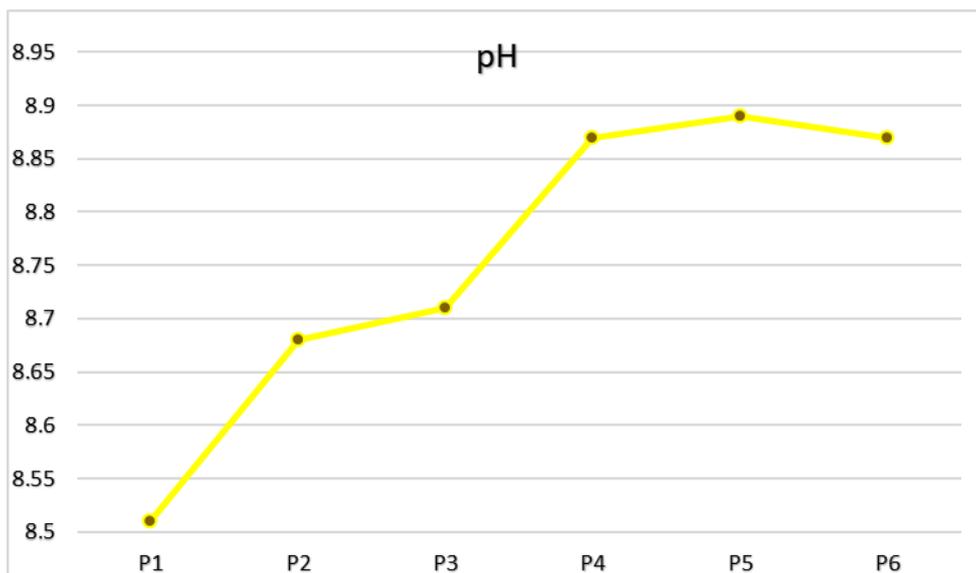


Figura 35. Representación de datos, pH – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

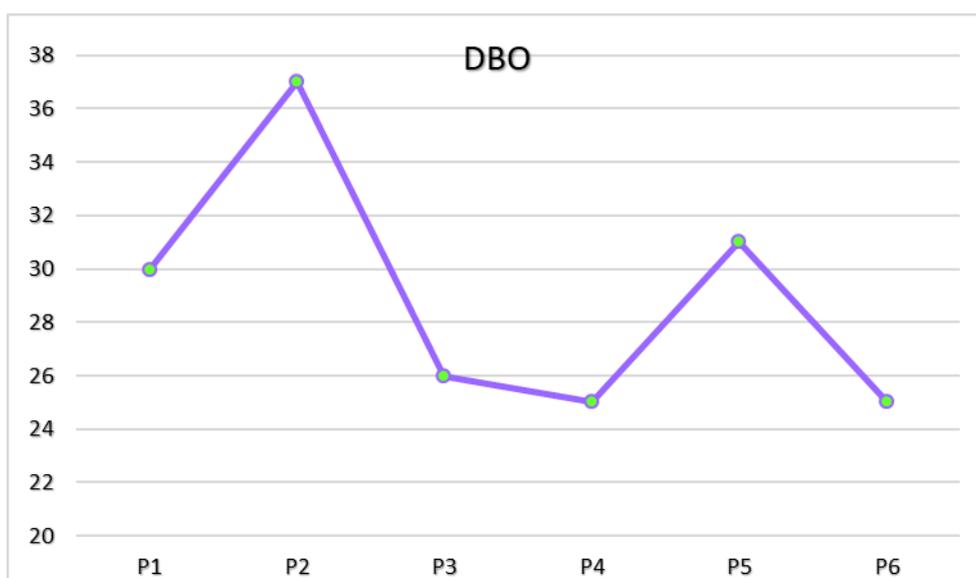


Figura 36. Representación de datos, DBO – tercera toma.

Nota. Elaboración propia – Excel.

#### 4.7 Resultados promedios de los parámetros físicos y químicos

Tabla 16

*Parámetros físicos, valores promedios*

	Temperatura de muestra		Turbiedad	Conductividad Eléctrica	STD
	Campo	Laboratorio			
Mes 1	17.97	18.97	37.93	14.72	7.37
Mes 2	18.8	20.7	39.20	15.10	8.70
Mes 3	19.58	22.52	40.48	15.41	8.76
Promedio	18.783	20.730	39.203	15.077	8.277
Desv. Std.	0.805	1.775	1.275	0.346	0.786

Nota. Elaboración propia.

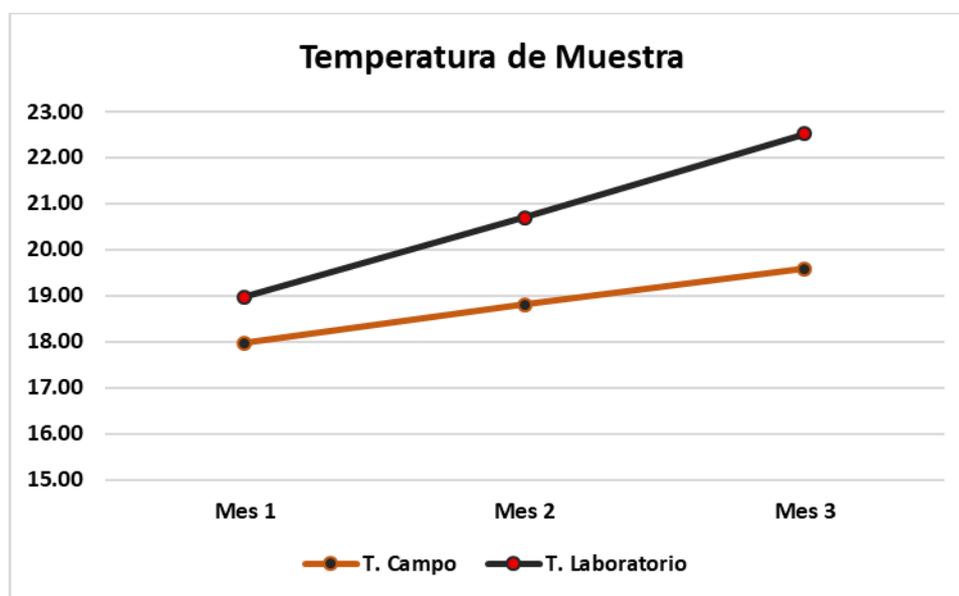


Figura 37. Representación de datos, T. muestra –promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

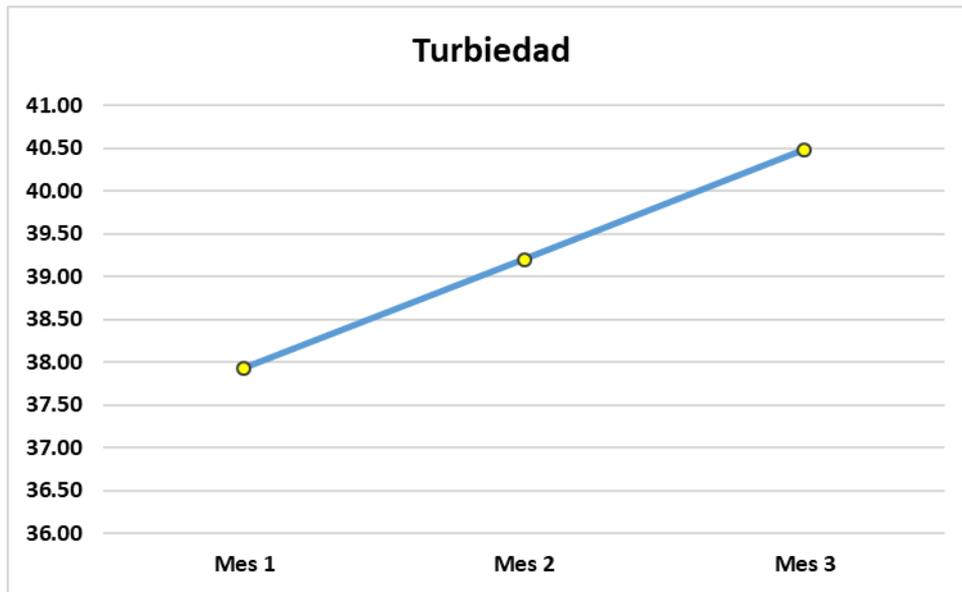


Figura 38. Representación de datos, Turbiedad – promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

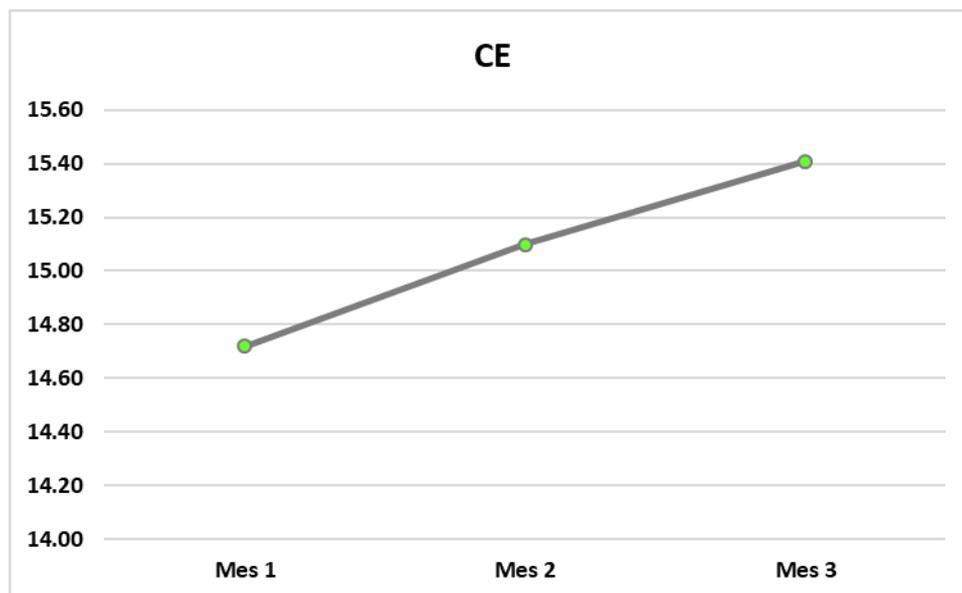


Figura 39. Representación de datos, Conductividad – promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

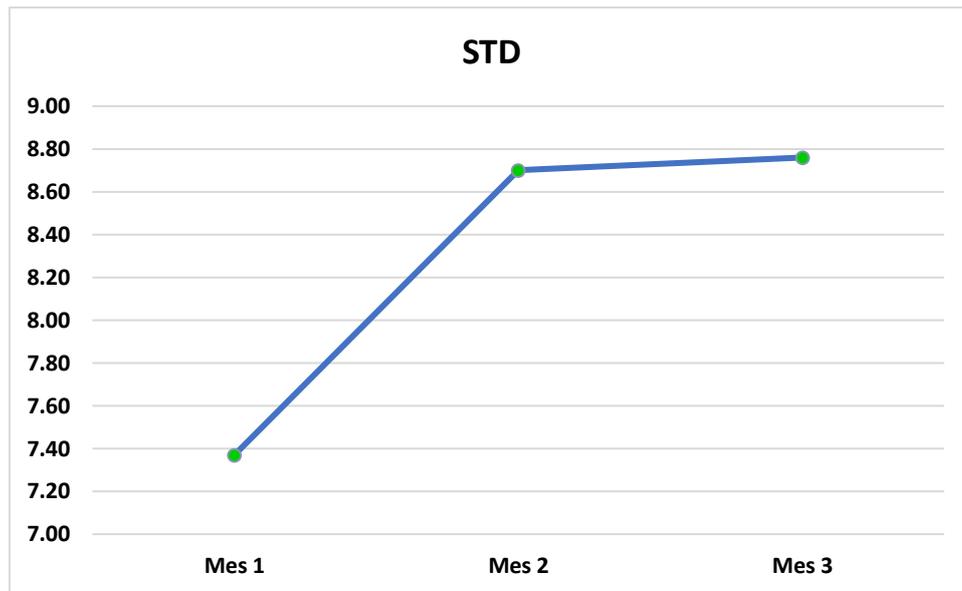


Figura 40. Representación de datos, STD – promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

Tabla 17

Parámetros químicos, valores promedios

	pH		ORP	OD	DBO
	Campo	Laboratorio			
Mes 1	8.67	8.76	135.07	7.87	13.83
Mes 2	8.70	8.70	132.10	6.90	21.40
Mes 3	8.77	8.76	129.17	6.02	29.00
Promedio	8.713	8.740	132.113	6.930	21.410
Desv. Std.	0.051	0.035	2.950	0.925	7.585

Nota. Elaboración propia.

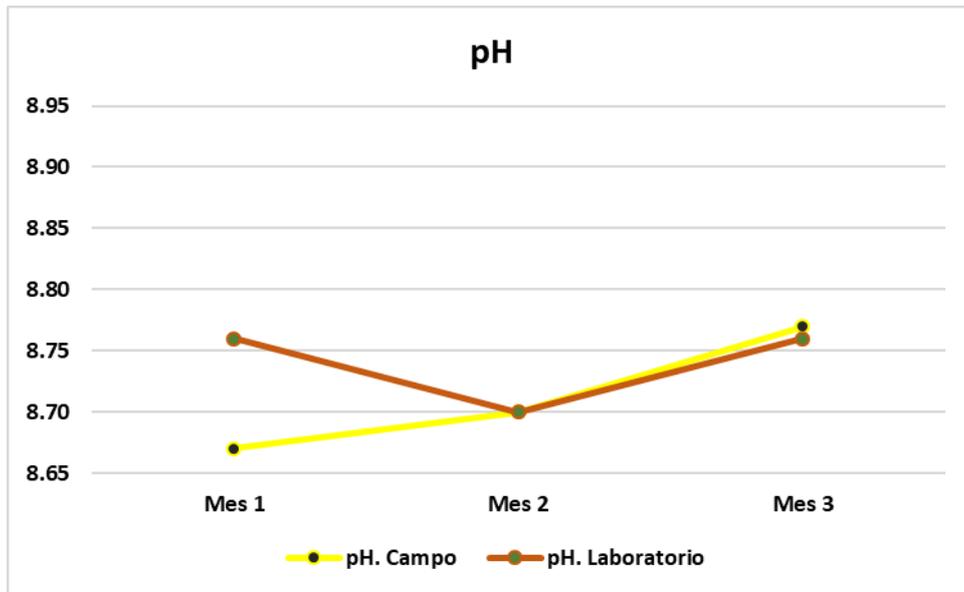


Figura 41. Representación de datos, pH – promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

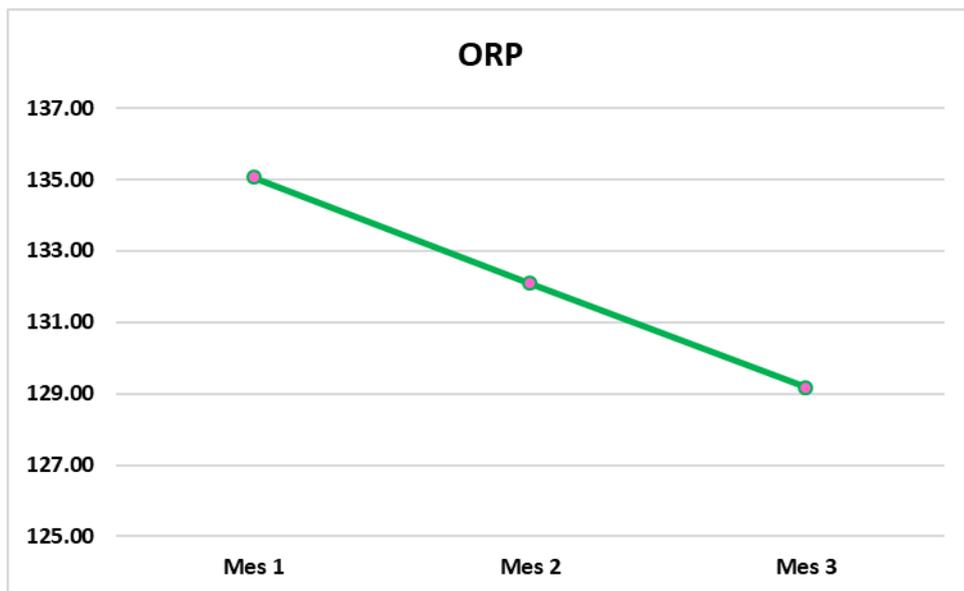


Figura 42. Representación de datos, ORP – promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

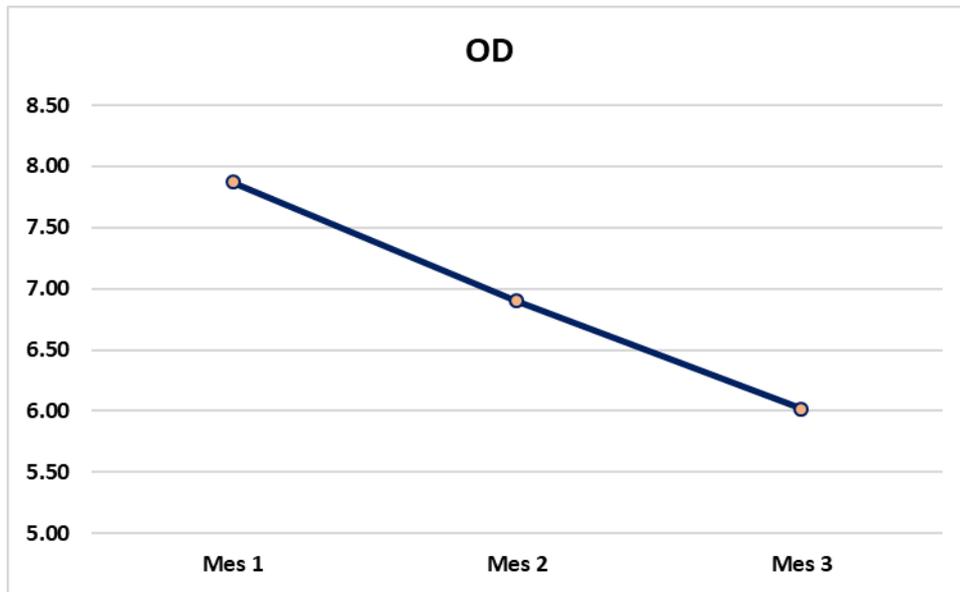


Figura 43. Representación de datos, OD – promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

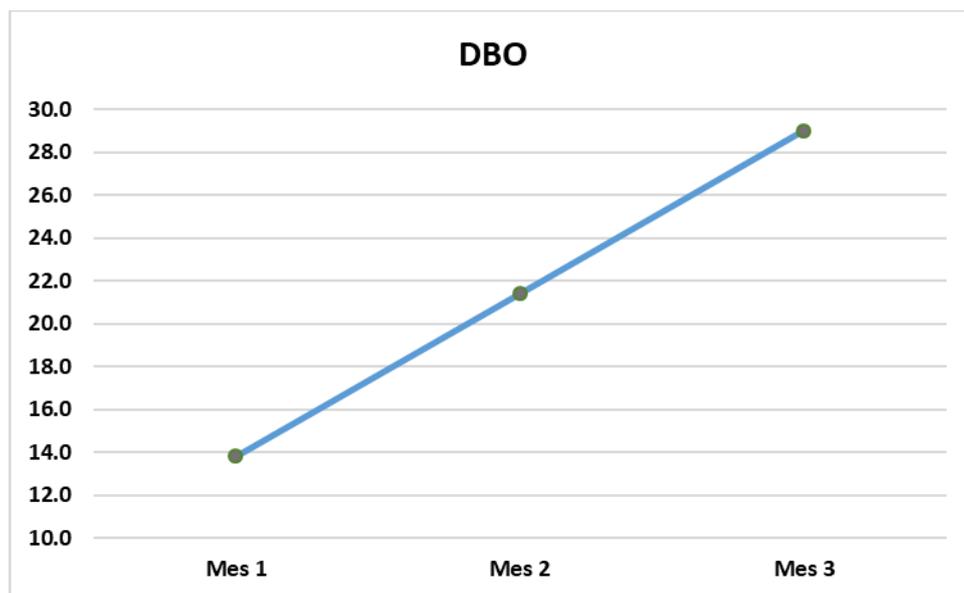


Figura 44. Representación de datos, DBO – promedio.

Nota. Elaboración propia – Excel.

## **CAPITULO V. DISCUSIONES**

### **5.1 Temperatura**

Los datos tomados del parámetro de temperatura en campo y laboratorio muestran una recta creciente, presentando mayores valores promedios en el mes 3, tanto en campo con un valor de 19.58°C y en laboratorio con 22.52°C.

### **5.2 Turbiedad**

Los datos tomados van de forma creciente de acuerdo a los tres meses, donde el mayor valor es de 40.48 NTU que corresponde al mes 3 y el valor promedio de turbiedad es de 39.203 NTU. Comparando el valor obtenido con el parámetro de turbiedad de Categoría 1 Aguas superficiales destinadas para recreación Subcategoría B Aguas superficiales destinadas para recreación (DS N° 004-/2017-MINAM), se encuentra dentro del límite establecido.

### **5.3 Conductividad**

Este parámetro presenta un valor promedio de 15.077 mS/cm, estando por encima de los ECA Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales y Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, donde se menciona el rango aceptable para el uso del agua en el riego vegetal es de 2.5 mS/cm, bebidas de animales de 5.0mS/cm y preservación del medio acuático en lagos y lagunas con un límite de 5.0 mS/cm. Asimismo, se encuentra por encima de los LMP, que tiene como límite para conductividad el valor de 1.5mS/cm.

### **5.4 STD**

El valor mínimo que presenta las aguas de la laguna es de 7.37 ppm que corresponde al mes 1 y el valor máximo es de 8.76 ppm del mes 3. Los datos tomados son de forma creciente de acuerdo a los tres meses.

### **5.5 pH**

El pH de la laguna presenta valores promedios de 8.713 en campo y 8.740 en laboratorio. Los valores están por encima de los ECA Categoría 3, donde se menciona el valor aceptable de pH para riego de vegetales es hasta 8.5 y para bebidas de animales es hasta

8.4. En cuanto a los ECA Categoría 1 y 4, los valores se encuentran debajo de 9.0, por lo que si cumple con los ECA para estas dos categorías.

## **5.6 ORP**

El ORP presenta un valor máximo de 135.07 mV que corresponde al mes 1, por otro lado, el valor mínimo se presenta en el mes 3 con 129.17 mV. Se observa una recta decreciente de los datos obtenidos.

## **5.7 OD**

Las aguas de la laguna presentan valores promedios con un máximo de 7.87 mg/L y un mínimo de 6.02 mg/L y se tiene un valor promedio de oxígeno disuelto de 6.930 mg/L. Según lo establecido en los ECA Categoría 1, Categoría 3 y Categoría 4 es aceptable el valor de  $\geq 4$  mg/L y  $\geq 5$  mg/L, por lo que si cumple los ECA para las tres categorías.

## **5.8 DBO<sub>5</sub>**

Las aguas de la laguna presentan un DBO con valores promedios que poseen un mínimo de 13.83 mg/L que corresponde al mes 1 y un máximo de 29.0 mg/L que corresponde al mes 3, teniendo como valor promedio de DBO 21.410 mg/L. Según los ECA Categoría 1 el valor aceptable es 5.0 mg/L (B1) y 10.0 mg/L (B2), Categoría 3 el valor aceptable es de 15.0 mg/L y para Categoría 4 es de 5.0 mg/L, por lo tanto, no cumple con los ECA.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Las aguas de la laguna “La Encantada” no se encuentran en un estado de conservación del ambiente acuático, asimismo, es un ecosistema que no está siendo protegido, por lo tanto, se deberá tener precaución al utilizar el agua ya que se acostumbra a ser usada para el riego de vegetales, bebida de animales y recreación.

La caracterización fisicoquímica se ejecutó en base a los parámetros de pH, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, DBO, sólidos totales disueltos, ORP. Los cuatros primeros parámetros fueron medidos con aparatos portátiles y los restantes se midieron en el laboratorio, se obtuvo datos en un periodo de tres meses contando con 6 puntos de muestreo.

Las aguas de la laguna "La Encantada" cumplen con los ECA para Categoría 1 Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación, a excepción del parámetro DBO. No cumplen con los ECA Categoría 3 Agua para riego y bebida de animales, teniendo como excepción el parámetro de oxígeno disuelto. En cuanto a los ECA Categoría 4 Conservación del ambiente acuático E1: Lagunas y lagos, los parámetros de conductividad eléctrica y DBO no cumplen, sin embargo, los parámetros de pH y oxígeno disuelto si cumplen con la normativa.

## **6.2 Recomendaciones**

El área de la laguna “La Encantada” está mayormente destinada a la recreación, por lo que se recomienda que las autoridades del distrito de Santa María incentiven a las personas a cuidar el medio ambiente, a través de capacitaciones, programas, eventos, etc.

La flora y la fauna se ve afectada por el deterioro de la calidad de las aguas de la laguna, probablemente acelerada por las actividades antropogénicas, por ello, se recomienda que las autoridades cumplan con supervisar y fiscalizar las actividades que se desarrollan en la laguna, debido a que es un cuerpo de agua que posee gran importancia ecológica.

El presente estudio sirve como base de información sobre la calidad fisicoquímica de la laguna, por lo que futuros estudios podrían complementar con una evaluación de parámetros microbiológicos, de tal forma que se tenga información completa y actualizada sobre la calidad de agua y determinar si es apta para realizar actividades dentro de ella.

## CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brito et al, D. (09 de 2016). Análisis físico-químico y microbiológico de la laguna Grande, parroquia la Pica, Maturin - estado Monagas, Venezuela. *Saber*, 28(3), 502-510. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-01622016000300007&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000300007&lng=es&tlng=es).
- Brito, G. G. (2019). *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las aguas de la laguna de Limpiopungo de la zona central del Ecuador*. Universidad Técnica de Ambato , Facultad de Ciencias de la Salud . Abanto : UTA.
- Frías, Q. T., & Cabudiva, L. M. (2016). *Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector puerto de productores Río Itaya, Loreto - Perú 2014 - 2015*. Universidad Científica del Perú, Escuela Profesional de Ecología . San Juan : UCP. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/114/FR%C3%8DAS-MONTILLA-Evaluaci%C3%B3n-1-Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, d. l. (07 de 11 de 2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. *PVALBEITAR*, 45, 1-4. Obtenido de <http://albeitar.portalveterinaria.com/imprimir-noticia.asp?noti=12664>
- García, M. F., & Rosales, M. V. (2019). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. *UAEM*, 353 - 367. Obtenido de [http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2\\_Parte1\\_Eje3\\_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf](http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf)
- Huaman et la, V. S. (27 de 01 de 2021). Evaluación de la calidad del agua de la laguna Marvlla en los Pantanos de Villa (Lima, Perú). *SOUTH SUSTAINABILITY*, 1(2), 1-8. doi:10.21142/SS-0102-2020-019

- Huamancayo, G. G. (2019). *Parámetros fisicoquímicos del agua de la alguna de los Milagros del distrito de Pueblo Nuevo*. Universidad Nacional Agraria de la Selva , Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental . Tingo María : UNAS.
- Inocente, C. J. (2019). *Caracterización físicoquímica y microbiológica del Agua de la laguna de Punrun con fines de abastecimiento futuro a la ciudad de Cerro de Pasco, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental y la Organización Mundial de la Salud*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion , Escuela profesional de Ingeniería Ambiental . Cerro de Pasco: UNDAC. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1536>
- MINAM. (07 de 06 de 2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones*. Obtenido de El Peruano .
- Ministerio del Ambiente. (2010). *La CampI a laguna Encantada - Huacho*. Biodiversidad y ecosistema . Huacho : MINAM.
- Municipalidad Provincial de Huaura. (2021). *Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Huaura*. Huaura : Gerencia de desarrollo urbano y rural.
- Otero, H. M. (1953). Estudio Sobre la definición de alguno términos geográficos. *Sociedad Geografica de Colombia*, 11(2-3), 1-14. Obtenido de [https://www.sogeocol.edu.co/documentos/011\\_02\\_lago\\_laguna.pdf](https://www.sogeocol.edu.co/documentos/011_02_lago_laguna.pdf)
- Pasquale, P. M., Carol, E., Álvarez, M. d., Eymard, I., Bilmes, A., & Ariztegui, D. (12-14 de Junio de 2019). Hidroquímica del agua superficai y subterránea de los alrededores de las lagunas de Carri Laufquen. *V Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie*, 290-293.

- Pérez, C. A., & Rodríguez, A. (12 de 2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1905-1918. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442008000400026&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442008000400026&script=sci_arttext)
- Rivera, C. C., Letelier, P. J., Acevedo, P. B., Tobar, C. T., Torres, L. C., Cataldo, F. A., . . . Rivera, C. M. (04 de Mayo de 2020). Calidad del agua del estero El Sauce, Valparaíso, Chile central. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 36(2), 261-273. doi:<https://doi.org/10.20937/rica.53465>
- Ruiz, R. T. (2017). *Análisis comparativo de índice de eutrofización en la lagunas costeras del estado de Sonora, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur. : CIB. Obtenido de [http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/574/ruiz\\_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/574/ruiz_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sierra, R. C. (2011). *Calidad del agua, Evaluación y Diagnósticos* (1era ed.). Medellín, Colombia : Ediciones de la U.

# **ANEXOS**

Anexo 01: ECA para Agua, Categoría 1 - Subcategoría B.

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10	**
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**

Nota. MINAM, 2017.

Anexo 02: ECA para Agua, Categoría 3.

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

Nota. MINAM, 2017.

Anexo 03: ECA para Agua, Categoría 4.

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088

Nota. MINAM, 2017.