

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS AGUAS DE LA
LAGUNA “EL PARAISO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO

**PRESENTADO POR:
DANIA ROSALÍA BONIFACIO SÁNCHEZ**

**ASESOR:
Ing. EDELMIRA TORRES CORCINO
CIP 117063**



**EDELMIRA
TORRES CORCINO
INGENIERA QUÍMICA
Reg. CIP. N° 117063**

**HUACHO – PERÚ
2022**

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA "EL PARAISO"

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

6%

★ hdl.handle.net

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

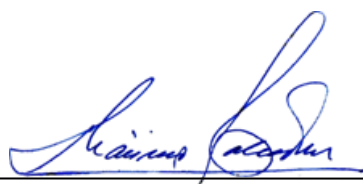
Apagado

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS AGUAS DE LA
LAGUNA “EL PARAISO”**



Dr. SALCEDO MEZA, MÁXIMO TOMAS
PRESIDENTE DE JURADO



Dr. COCA RAMIREZ, VÍCTOR RAUL
SECRETARIO DE JURADO



M(o). IMAN MENDOZA, JAIME
VOCAL DE JURADO



Ing. Torres Corcino, Edelmira
ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

Esta tesis esta dedico a :

A mis padres, María y Licerio, por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

También se la dedico a mi abuelo, desde el cielo eres esa luz que me daba fuerzas para continuar.

A mi hermano, por todo su apoyo incondicional, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

De manera especial a mi tutora de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme **profesionalmente y seguir cultivando mis valores.**

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Delimitación del estudio	4
1.5. Viabilidad del estudio.....	4
CAPITULO II. MARCO TEORICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.1.1. Antecedentes internacionales	5
2.1.2. Antecedentes nacionales	6

2.2.	Bases teóricas	7
2.2.1.	Lagunas	7
2.2.2.	Calidad del agua	10
2.2.3.	Caracterización del agua	12
2.2.4.	Marco Legal	31
2.3.	Definiciones conceptuales	32
2.4.	Formulación de Hipótesis	33
2.4.1.	Hipótesis general	33
2.4.2.	Hipótesis específicas	34
CAPITULO III. METODOLOGÍA		36
3.1.	Diseño Metodológico	36
3.1.1.	Diseño	36
3.1.2.	Procedimiento de la fase experimental	40
3.1.3.	Representación gráfica del estudio	57
3.2.	Población y muestra	58
3.2.1.	Población	58
3.2.2.	Muestra	58
3.3.	Técnicas e instrumentación de recolección de datos	58
3.3.1.	Técnicas a emplear	58
3.3.2.	Descripción de los instrumentos	59
3.3.3.	Técnicas para el procesamiento de la información	59
CAPITULO IV. RESULTADOS		60

4.1. Primera toma de muestras y datos	60
4.2. Segunda toma de muestra y datos	69
4.3. Tercera toma de muestras y datos	78
CAPITULO V. DISCUCIONES	87
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
6.1 Conclusiones	91
6.1 Recomendaciones	92
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	95
Anexo 01: Conservación del medio acuático	96
Anexo 02: Decretos Supremo N° 004-2017-MINAM	97
Anexo 03: RM N° 10-016620-001	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de conversión para unidades de la turbidez.	16
Tabla 2: Clasificación de los sólidos.	20
Tabla 3: Cuadro de procesos para la toma de datos.	36
Tabla 4: Toma de muestras patrón (por día).	37
Tabla 5: Tiempo de muestreo.	38
Tabla 6: Análisis de la DBO.	39
Tabla 7: Ubicación de los puntos de muestreo – toma uno.	60
Tabla 8: Caracterización fisicoquímica – Toma uno.	60
Tabla 9: Caracterización fisicoquímica – Toma uno.	64
Tabla 10: Ubicación de los puntos de muestreo – toma dos.	69
Tabla 11: Caracterización fisicoquímica – Toma dos.	69
Tabla 12: Caracterización fisicoquímica – Toma dos.	73
Tabla 13: Ubicación de los puntos de muestreo – toma tres.	78
Tabla 14: Caracterización fisicoquímica – Toma tres.	78
Tabla 15: Caracterización fisicoquímica – Toma tres.	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista panorámica de la laguna “El Paraíso”	8
Figura 2: Curva típica DBO.	26
Figura 3: escala de pH.	29
Figura 4: Vista, ubicación del P3, toma dos.	41
Figura 6: Vista P6, ubicación del punto de muestreo en la toma uno.	42
Figura 5: Coordenadas de la ubicación del P1, toma tres.....	42
Figura 7: Toma de muestra del P2, toma uno.....	43
Figura 8: Recolección de muestra P3, toma uno.	44
Figura 9: Toma de muestra del P2, toma tres.	44
Figura 10: Medición del pH y Temperatura P6, toma dos.	45
Figura 11: Medición del pH y Temperatura P2, toma tres.....	46
Figura 12: Medición de turbiedad P1, toma tres.	47
Figura 13: Medición de turbiedad P2, toma dos.....	48
Figura 14: Medición de turbiedad P2, toma dos.....	48
Figura 15: Medición de OD en el P2, toma dos.	49
Figura 16: Medición de OD en el P5, toma dos.	50
Figura 17: Medición de OD en el P3, toma uno.....	50
Figura 18: Medición de ORP y temperatura.	51
Figura 19: Medición de conductividad eléctrica.	52
Figura 20: Medición de ORP.....	53
Figura 21: Medición de STD.....	54
Figura 22: Preparación de la muestra (M. DBO).	55
Figura 23: Medición de DBO de todas las muestras, toma uno.....	56
Figura 24. Medición de DBO de todas las muestras, toma dos.....	56

Figura 25: vista espacial en 3D de la laguna “El Paraíso”	57
Figura 26: Vía de acceso a la laguna “El Paraíso”	57
Figura 27: Presentación de datos T. Muestra vs T. ambiente, toma1.....	61
Figura 28: Presentación de datos de OD.	62
Figura 29: Presentación de datos del pH.	62
Figura 30: Presentación de datos de la turbidez.	63
Figura 31: Presentación de datos del pH.	64
Figura 32: Presentación de datos de la conductividad.....	65
Figura 33: Presentación de datos de la T. Muestra.....	66
Figura 34: Presentación de datos de los STD.	66
Figura 35: Presentación de datos del ORP, toma 1.	67
Figura 36: Presentación de datos de la DBO.	68
Figura 37: Presentación de datos T. Muestra vs T. ambiente, toma 2.....	70
Figura 38: Presentación de datos de OD, toma 2.	71
Figura 39: Presentación de datos del pH, toma 2.	71
Figura 40: Presentación de datos de la turbidez, toma 2.	72
Figura 41: Presentación de datos T. Muestra, toma 2.	73
Figura 42: Presentación de datos de la conductividad, toma 2.....	74
Figura 43: Presentación de datos de los STD, toma 2.	75
Figura 44: Presentación de datos del ORP, toma 2.	75
Figura 45: Presentación de datos del pH, toma 2.	76
Figura 46: Presentación de datos de la DBO, toma 2.....	77
Figura 47: Presentación de datos T. Muestra vs T. ambiente, toma 3.....	79
Figura 48: Presentación de datos de OD, toma 3.	80
Figura 49: Presentación de datos del pH, toma 3.	80

Figura 50: Presentación de datos de la turbidez, toma 3.	81
Figura 51: Presentación de datos T. Muestra, toma 3.	82
Figura 52: Presentación de datos de la conductividad, toma 3.....	83
Figura 53: Presentación de datos de los STD, toma 3.....	84
Figura 54: Presentación de datos del ORP, toma 3.	84
Figura 55: Presentación de datos del pH, toma 3.	85
Figura 56: Presentación de datos de la DBO, toma 3.....	86
Figura 57: Análisis de los valores de la conductividad con los ECAs.	87
Figura 58: Análisis de los valores de la DBO con los ECAs.	87
Figura 59: Análisis de los valores de la DBO con los ECAs.	88
Figura 60: Análisis de los valores del pH con los ECAs.....	89
Figura 61: Análisis de los valores de los STD con los ECAs.	89

RESUMEN

El trabajo de investigación presenta como objetivo general determinar la calidad fisicoquímica de las aguas de la laguna “El Paraíso” Huacho – 2022. Para el cumplimiento del propósito se usó la siguiente metodología: la investigación insitu de campo se desarrolló (en seis puntos diferentes) con la toma de una muestra en un mismo punto, estas muestras fueron tomadas a una profundidad de 70 - 100 cm., la investigación experimental corresponde a un análisis exitu, estos análisis se realizaron en el laboratorio, para ello se usaron las muestras obtenidas de los diferentes puntos y la investigación documental se basó principalmente en recopilación de información, la cual consiste en la búsqueda de las normas, reglamentos, DS, leyes y ordenanzas vigentes para la determinación de la calidad de las aguas de la laguna.

La población de estudio es toda la laguna “El Paraíso”, que tiene una longitud horizontal de 7 km, su ancho está en un rango de 100m - 2km y con 1.5m de profundidad en el punto más hondo. En total se recolectaron 12 muestras patrón (seis de cada día) para el estudio y análisis, cada uno de 350 ml. Estas muestras fueron recolectadas en botellas de vidrio y de plástico.

Los análisis de las diferentes muestras recolectadas, muestran que las aguas de la laguna el “Paraíso” cumplen con los estándares de calidad, es por ello que también se observa que la laguna ostenta vida silvestre, donde muchas aves y peces se desarrollan.

Palabras claves:

Estándares de calidad, parámetros, muestreo, rango óptimo, mínimo, máximo.

ABSTRACT

The general objective of the research work is to determine the physicochemical quality of the waters of the "El Paraíso" Huacho lagoon - 2022. For the fulfillment of the purpose, the following methodology was used: the in situ field research was developed (at six different points) with the taking of a sample at the same point, these samples were taken at a depth of 70 - 100 cm., the experimental investigation corresponds to an successful analysis, these analyzes were carried out in the laboratory, for which the samples obtained from the different points and the documentary investigation was based mainly on the collection of information, which consists of the search for the norms, regulations, DS, laws and ordinances in force for the determination of the quality of the waters of the lagoon.

The study population is the entire lagoon "El Paraíso", which has a horizontal length of 7 km, its width is in a range of 100m - 2km and 1.5m deep at the deepest point. In total, 12 standard samples (six for each day) were collected for study and analysis, each of 350 ml. These samples were collected in glass and plastic bottles.

The analyzes of the different samples collected show that the waters of the "Paraíso" lagoon meet quality standards, which is why it is also observed that the lagoon boasts wildlife, where many birds and fish develop.

Keywords:

Quality standards, parameters, sampling, optimal range, minimum, maximum.

INTRODUCCIÓN

La caracterización de las aguas, consiste en medir parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Esto se hace con la finalidad de determinar cuál es el estado en la que se encuentra un cuerpo de agua. Los parámetros físicas y químicas son la turbiedad, ST, OD, DBO, pH, temperatura y ORP. Estos son los principales parámetros que se usaran para la investigación, existen otros parámetros como alcalinidad, dureza, salinidad, entro otros.

El Foro Económico Mundial introdujo al lado de las categoría societal, geopolítica, económica y tecnológica, a la categoría ambiental la cual también causa un impacto significativo. Los peligros globales a causa de la crisis hídrica, la crisis de la biodiversidad y el cambio climático han permanecido igual que el aumento en la fabricación de armas de destrucción masiva, la migración y la forzada polarización social (Lozano et al, 2017).

La selva peruana posee innumerables ecosistemas acuático, las aguas lenticas son predominantes en la parte baja de la selva, estos cuerpos de agua cumplen una función importante en la pesquería, así como también en la interacción de las poblaciones acuáticas. En las últimas décadas se reportan proceso de eutrofización en las lagunas y lagos, que advierten sobre la lenta deforestación y la muerte de la misma. El uso de herbicidas es la causa principal para el deterioro de la biodiversidad e incluso la salud de sus habitantes (Riofrío et al, 2003)

La laguna el “Paraíso” se encuentra en la ciudad de Huacho, este cuerpo de agua presenta una gran biodiversidad (9 habitas), la caracterización de sus aguas es muy importantes, debido a que en ellas se desarrollan una vida silvestre, a través de esta valoración se determinara la calidad de las aguas.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A lo largo de los tiempos, el desarrollo continuo de la humanidad ha generado mayor consumo del recurso hídrico, los puntos de vertimiento de las aguas residuales (AR) provenientes de las viviendas e industrias, fueron los causantes principales de la contaminación de las fuentes hídricas y el deterioro de muchos ecosistemas. En la actualidad con el crecimiento tecnológico la caracterización fisicoquímica de las aguas es muy importantes, ya que gracias a este proceso se determina la calidad de agua,

El hombre a uso por mucho tiempo las aguas que se encuentran en la superficie (lagunas, lagos de agua dulce, Ciénegas, ríos), pero hoy en días estas fuentes son las que más se han contaminado también por el accionar del hombre.

El Perú se encuentra golpeado por los efectos del cambio climático y una de las consecuencias se resaltan el al escasez y mala calidad del agua.

Lo mencionado anterior, contribuye a un gran problema de la calidad del agua en la que se encuentra el país, por ello el Estado debe plantearse una serie de retos; para mejorar la calidad de este recurso ya que es de primera necesidad para los seres humanos y animales, pero también es un recurso natural y de gran importancia en la composición de los ecosistemas. (Aquino Espinoza, 2017).

Los recursos hídricos en el distrito de Huacho, y sus alrededores incluido los distritos vecinos, se encuentran muy contraminada por efluentes de aguas residuales industriales y domiciliarias, ha esto se le suma el crecimiento poblacional y la formación de pueblos jóvenes. La alguna el paraíso se encuentra en peligro, debido a la creciente formación de hogares a sus alrededores, que los pobladores usan a este lago como fuente de suministro, pero no son conscientes del daño que causan.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la calidad fisicoquímica de las aguas de la laguna “El Paraíso”

Huacho – 2022?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son los parámetros físicos de las aguas de la laguna “El Paraíso”

Huacho - 2022?

¿Cuáles son los parámetros químicos de las aguas de la laguna “El Paraíso”

Huacho – 2022?

¿Cumplen con las normas de calidad las aguas de la laguna “El Paraíso”

Huacho – 2022?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la calidad fisicoquímica de las aguas de la laguna “El Paraíso”

Huacho – 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar los parámetros físicos de las aguas de la laguna “El Paraíso”

Huacho – 2022.

Evaluar los parámetros químicos de las aguas de la laguna “El Paraíso”

Huacho – 2022.

Determinar si las aguas de la laguna “El Paraíso” Cumplen con las normas de calidad.

1.4. Delimitación del estudio

- Tema: Caracterización fisicoquímica de las aguas de la laguna “El Paraíso”.
- Problemática: La calidad de las aguas de la laguna “El Paraíso” rebasan los límites máximos permisibles (LMP).
- Población de estudio: La laguna cuenta con una extensión de 7 Km, ancho de 2 km, profundidad de 1.5 m.
- Lugar (ciudad) de estudio: Laguna “El Paraíso” - Huacho.
- Año de estudio: 2022´

1.5. Viabilidad del estudio

El trabajo de investigación es razonable debido a que se tiene fácil acceso al campo de estudio (laguna “El Paraíso”) a causa de que el investigador radica en la ciudad de Huacho. Por otra parte, el investigador cuenta con la capacidad intelectual necesaria para realizar dicho estudio, también se cuenta con el apoyo del asesor. Por otro lado, se cuenta con los recursos necesarios para financiar el trabajo de investigación y cubrir algunos gastos que demanda la misma.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

García Quevedo (2012), su tesis de titulación nos habla de una propuesta para la medición de la calidad de las aguas en los RH de Chile, el objetivo que busca es plantear una propuesta de índices para cuantificar la calidad de aguas en las superficies que se encuentran presentes en el ecosistema de Chile, en el trabajo se realizó un análisis minucioso de las metodologías basadas en las experiencias internacionales y la realidad en la que vive el territorio Chileno, para la determinación de los índices de calidad (IC) que deben cumplir las una fuente hídrica. El índice de calidad de agua nos ayuda a realizar un análisis, del espacio tiempo y el estado de calidad que se encuentras las aguas. Si el $ICA \leq 1.0$ significa que el agua mantiene su calidad natural, si el $1.0 < ICA \leq 1.5$ significa que la calidad del agua es regular y puede mostrar variaciones con respecto a la calidad del agua histórico. El índice planteado se insertó teniendo en claro las limitaciones anteriores, pero guardando el objetivo que se busca: valorar la condición de la calidad del agua en las diferentes fuentes hídricas del país, teniendo en cuenta las características hidroquímicas naturales presentes en los cuerpos de agua.

Brito Galarza (2019), su informe de investigación trata de la caracterización de las aguas de una laguna ubicado en la zona central del Ecuador, mediante parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos, busca caracterizar mediante la aplicación del proceso fisicoquímico las aguas de la laguna ubicado en el centro del Ecuador, las muestras tomadas fueron en

seis puntos estratégicos y con cuatro repeticiones dos veces al día (mañana y tarde). Se vio conveniente aplicar el enfoque cuantitativo para la medición de los parámetros fisicoquímicos. La determinación numérica de las colonias de microorganismos que se encuentran en 100 ml de agua (muestra) de la laguna Limpiopungo, son datos que nos dicen que las aguas de dicha laguna son aprobados para el consumo de la población, basadas en el ICA con un 95% de rango.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Alva Pinedo (2018), en su tesis nos habla de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS), que sirven para medir la calidad de las aguas de la laguna Azul de Sauce. Presenta como objetivo fundamental la determinación la calidad de las aguas de la laguna Azul que serán usadas si estos cumplen los ECAS, la toma de muestras se realizó en treinta días, por un lapso de tres meses y en cuatro diferentes puntos; el número de muestras tomadas fueron doce en total. El método introspectivo de tipo cuantitativo se aplicó para el análisis de las muestras recolectadas, para el procesamiento de datos se aplicó las técnicas estadísticas para verificar los resultados. Los resultados que se obtuvieron nos dicen que: los nitratos presentes en la laguna tienen un valor de 1.9 mg/l, el cual es aceptable; el fosforo tiene una participación poco frecuente; el pH presenta un valor de 8.44 el cual se acerca a lo ideal y OD se encuentra en pequeña proporción.

Huamancayo Garcia (2019), su informe de prácticas que lleva por título “Parámetros Fisicoquímicos del agua de la laguna de los Milagros del distrito de Pueblo Nuevo”, la finalidad del trabajo de exploración es

determinar los parámetros químicos y físicos de la calidad de las aguas del humedal ubicado en el distrito de Pueblo Nuevo. El trabajo de investigación se realizó en la laguna “Los Milagros”, ubicado a 200m del margen de la carretera Fernando B. Terry en el caserío que lleva el mismo nombre. Se siguió el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” para el cumplimiento del objetivo trazado, los resultados que se obtuvieron del análisis de datos fueron: OD presenta un valor dado en un rango de 7.65 mg/l – 6.69 mg/l, la conductividad presenta un valor dado en un rango 8.52 uS/cm – 2.26 uS/cm, el pH está dentro de los estándares del ECA.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Lagunas

Es un sistema acuático, que pertenece a la clasificación de aguas lenticas, la rapidez promedio con la que se mueven están en un rango de entre 10 mm/s a 1 mm/s (mediciones tomadas en la superficie) este proceso hace que las aguas permanezcan desde unos escasos días hasta varios años. Sierra Ramírez (2011) menciona: “En cuanto a la calidad del agua, este mecanismo está gobernado o se comporta en relación en la que se encuentra los periodos de estratificación y el estado trófico” (p. 27).

Muchos autores nos dicen que las lagunas son fuentes de recursos hídricos que están cercados por montículos de tierra que son caracterizados por ser pocos profundos. Estos pueden ser causas de diferentes factores que trae consigo inundación de llanuras.

También se puede decir que las lagunas son depósitos de aguas que son abastecidos y abastecen a otra fuente hídrica, presentan una similitud de características con los lagos; pero, se diferencian en la profundidad.

Ramsar (como se citó en Huamancayo García, 2019) menciona que: “una laguna es un humedal de tipo lacustre, caracterizado por estar cubierta de aguas permanentes, sean estos regímenes naturales artificiales, dulce, salada o salobre” (p. 3).



Figura 1: Vista panorámica de la laguna “El Paraíso”.

Nota. Fuente: Autoría propia.

2.2.1.1. Tipos de laguna

Cabe señalar que no se debe de confundir lago con lagunas, aunque estas sean muy parecidos pues difirieren mínimamente; por su parte una laguna es un depósito de agua que por lo general contiene agua dulce y es de menor dimensionamiento que un lago, por otro lado, el lago es una masa de agua dulce permanente, y sus dimensiones son generalmente extensos y profundos, lo particular del lago es que se encuentra depositado en un ranura del terreno y esta incomunicado con el mar.

La hondura de los lagos puede variar mucho y otras alcanzan a ser muy profundas, la profundidad es el causante principal para que en los lagos haya variación de estratos de temperatura en el agua, la superficie es más caliente y el resto de agua a medida que se va sumergiendo hacia el fondo se va enfriando, por su parte las lagunas no presentan distintos estratos de temperatura, esto es debido a que sus aguas no son muy profundas y, como consecuencia, la irradiación del sol que llega a tocar la superficie de la laguna consigue calentar toda el agua que contiene esta.

Como ya se hizo una pequeña aclaración, en los anteriores párrafos, ahora se procede a mencionar los tipos de lagunas que se clasifican según sean su origen:

- Lagunas costeras. - estos tipos de lagunas se forman en suaves pendientes de la zona costera, donde las islas o arrecifes bloqueadas pueden desarrollarse a lo lejos de la costa. Por lo general estos tipos de lagunas son afectadas por la subida de las mareas causadas por la contaminación ambiental.
- Lagunas de origen volcánica. – estas lagunas tienen su formación en cráteres volcánicos o en calderas, esto se da cuando el flujo de lava obstaculiza en flujo de un arroyo o río.
- Lagunas de origen glacial. – estas algunas son muy comunes en los andes o partes elevadas de ciertos países. Estas lagunas son formadas por aguas provenientes de un glaciar derretido, el proceso erosivo que poseen los glaciares forma depresiones naturales por debajo de las mismas.

2.2.1.2. Importancia del estudio de las lagunas

La Limnología es la ciencia que tiene como objeto de estudio a las lagunas, esta ciencia se deriva de la Biología, que presenta como objetivo la investigación y estudio de la productividad biológica de las fuentes hídricas intraterrestres y de los que están implicados en la influencia causales de factores biológicos, químicos, físicos, geológicos, meteorológicos que establecen las propiedades y el conjunto de su productividad.

Ramsar (como se citó en Huamancayo Garcia, 2019), nos dice que: “las lagunas son muy importantes por los muchos beneficios que brindan al ecosistema y a la humanidad, las lagunas brindan suministros de agua dulce, biodiversidad, alimentos, recargas de agua subterráneas, control de crecidas, pero lo más importante es que contribuye con el control de la temperatura de un determinado lugar” (p. 3).

2.2.2. Calidad del agua

Como se sabe por química general, el agua es un solvente universal de la naturaleza, de acuerdo a donde se encuentre (suelo o atmosfera) hace que se concentre en ella un gran conjunto de elementos y/o compuestos como: minerales, sales, microorganismos y gases, el conjunto de estos elementos establecen las propiedades y características que posee el agua en la naturaleza.

El grupo de características que se analizan en el agua en su estado original o posteriormente perturbada por su uso, se le llama: “calidad del agua”, esto hace referencia a una situación o circunstancia en la que se encuentra la sustancia, normalmente se describe mediante parámetros o indicadores.

Se debe hacer énfasis, que la calidad del agua cumple con tres objetivos muy importantes:

- Diagnosticar la calidad del agua en su estado nativo, con la finalidad de saber su aprovechamiento o uso para un fin definitivo. Así como conservarla y protegerla.
- Diagnosticar cual es el impacto que traen las diferentes actividades humanas sobre las fuentes hídricas.
- Tener conocimiento e informar sobre los medios y las fuentes de contaminación que son de carácter peligroso y dañino para las fuentes hídricas.

La calidad del agua es un mecanismo primordial que nos ayuda a determinar el estatus de la bito en general y en especial a la salud de los seres vivos. Esto está relacionado con la administración y gestión de los recursos hídricos, gracias a esto nos accede al conociendo de la conducta y la respuesta frente a las diferentes participaciones de los humanos, que permitan el diagnostico de las características del agua.

No hay agua químicamente pura, esto se debe que el agua al estar a la intemperie entra en contacto con otro elemento o elementos alterando su composición y con ello también se ve afectado su calidad. Para ala determinación de la calidad se usan métodos que poseen diferentes parámetros que analizar (químicas, físicas y microbiológicas). Una vez realizado los análisis de los datos, se deben comparar con la normativa para determinar la calidad del agua en estudio.

La calidad del agua pude determinarse siguiendo los siguientes parámetros:

- Realizando análisis físicos, tales como: Turbidez, sólidos totales (ST), temperatura, conductividad, entre otros.
- Realizando análisis Químicos, como: Dureza, oxígeno disuelto (OD), acidez, entre otros.
- Utilizando un Índice de Calidad del Agua (ICA)

La falta de conciencia ambiental sumado a la irresponsabilidad humana, al contaminar los recursos hídricos (lagunas, ríos, arroyos, etc.), reducen la posibilidad de contar con agua pura y limpia, a esto también se le añade la sobre explotación de los recursos naturales que ha provocado un desequilibrio ambiental.

Las diferentes actividades humanas han tenido un gran impacto nocivo en el medio ambiente, provocando una contaminación ambiental ocasionados por el manejo incontrolado de los recursos naturales y la formación de residuos de las mismas. Hoy en día, las complicaciones con la calidad del agua se han convertido en un tema muy alarmante ha debido al aumento de la densidad poblacional, la creación de pueblos jóvenes y la innovación tecnológica.

2.2.3. Caracterización del agua

La caracterización de un agua en estudio se hace con la finalidad de conocer sus facultades biológicas, físicas y químicas. Esto se hace con el objetivo de definir su situación en la que se encuentra, para su posible uso en las industrias, consumo humano, riegos de áreas agrícolas o como vertimiento de descargas contaminantes.

Para determinar qué tan contaminada esta o cual es el grado de pureza en la que se encuentra el agua es inevitable cuantificar algunos parámetros. Cabe

señal que existen muchas formas, varios parámetros y muchos métodos para cuantificar los parámetros mencionados. Los parámetros químicos y físicos y microbiológicos nos ayudan a determinar la calidad del agua.

La exposición correcta de los parámetros (físicos y químicos) de la caracterización del agua, nos ayuda al mejor entendimiento de la calidad al que se encuentra para un uso determinado y ayuda visualizar no solo las características de su composición microbiológica y química, sino también los requerimientos económicos, la obligación legales y técnicas de tratamiento para su consumo. (Romero Rojas, 2005, p. 346)

En la exposición de los resultados de los análisis de las aguas en estudio, se debe priorizar la sencillez de su redacción e interpretación, tanto en el aspecto numérico y gráfico, así como su análisis desde una perspectiva analítico.

2.2.3.1. Parámetros físicos

Los parámetros físicos son aquellas sustancias que están implicados de forma directa en la estética condicional del agua.

a. Turbiedad.

Es la dispersión que presenta el agua los haces de la luz solar que inciden de forma directa sobre ella. Esto es provocado por la presencia de material coloidal o sólidos suspendidos (SS). Sierra Ramírez (2011) afirma:

Se entiende como turbiedad a la capacidad que posee el material diluido en el agua para dificultar el paso de los haces de luz. La turbiedad es producto de una gran variedad de causas, entre las cuales se menciona al deterioro natural de las cuencas, donde se

generan sedimentos y se suman a los cauces de ríos, lagos, etc. Otro de los factores es la contaminación ocasionada por la actividad industrial o por residuos domésticos. (p. 55)

La turbidez es un parámetro físico que se expresa a través del efecto óptico ocasionada por la interferencia y dispersión de los rayos solares que atraviesan a por una muestra de agua; dicho de otra manera, es la propiedad visual de una suspensión material y/o particulado que hace que los rayos de la luz (solar) sean reemitida e intransmisibles al pasar por la suspensión.

“La turbidez en un agua puede ser causada por la presencia de gran cantidad de materiales en suspensión o diluidas que difieren en tamaño, desde partículas gruesas hasta materiales particulados, entre otras como: limo, arcillas, materia orgánica e inorgánica pulverizadas, organismos planctónicos y microorganismos” (Romero Rojas, 2005, p. 111).

Coral (como como se citó en Alva Pinedo, 2018) “La turbiedad es un parámetro del grado en donde el agua disipa su claridad causada por la presencia de materia en suspensión; y en dispersión en forma de coloides” (p.13).

- Unidad de medida y equipos de medición.

La turbidez se mide en unidades de turbiedad. Sierra Ramírez (2011) menciona: “Una unidad de turbiedades es una cantidad patrón empírica provocada al agregar 1 mg de dióxido de silicio a un litro de agua destilada” (p. 56).

La unidad estándar más usada en el pasado para expresar la turbidez, fue la “Unidad de Turbidez de Jackson” (UTJ), esto mide una cantidad empírica que está fundamentada en el turbidímetro de bujía de Jackson. El instrumento está formado por un tubo de vidrio calibrado para determinar lecturas inmediatas de turbidez, una bujía estándar y un soporte que alinea la bujía y el tubo. (Romero Rojas, 2005, p. 107).

El turbidímetro de Jackson es un dispositivo que se usa en los laboratorios que sirven para medir la turbiedad de un tipo de agua. Los resultados de las medidas que se llevan a cabo con este dispositivo se expresan en UTJ o JTU (siglas en inglés).

Sierra Ramírez (2011), nos dice que:

A causa del avance tecnológico el turbidímetro de Jackson es un dispositivo rudimentario para la época en la que nos encontramos. Hoy en día, la turbidez se determina con turbidímetros fundamentados en principios nefelométricos. La sílice ya no es el compuesto patrón de medida, en su remplazo se usa una mezcla de hexametiltetramina y sulfato de hidrazina. Si la turbiedad se determinada con estos instrumentos, los resultados se expresan en UNT. (p. 56).

En la actualidad para medir la turbiedad de una muestra de agua se usa el método nefelométrico, en este método usa un dispositivo conocidos como nefelómetro y los resultados obtenidos se expresan en UTN (Unidades de Turbidez

Nefelométrica). A través de esta técnica se compara y determina el grado de dispersión de la luz en la muestra de agua en estudio con la intensidad de luz dispersada por una muestra patrón de referencias expuestos a las iguales condiciones para su medición.

Nota: si aumenta la cantidad de luz dispersada, la turbiedad aumenta de forma proporcional.

Como muestra estándar de referencia se utiliza una solución estándar de polímero de formacina, la cual es más fácil de preparar y presenta mejores propiedades reproducibles a diferencia de la arcilla suspensiones de arcilla. Las UNT, en relación en la solución estándar de formacina, son aproximadamente equivalentes a la UTJ. (Romero Rojas, 2005, p. 108)

Tabla 1: Factores de conversión para unidades de la turbidez.

Unidad	UTJ	UTN	SiO₂
UTJ	1.0	19	2.5
UTN	0.053	1.0	0.3
SiO₂	0.4	7.5	1

Nota. Fuente: Sierra Ramírez, 2011.

b. Color

El color del agua está relacionado totalmente con la turbiedad, por ello el color que muestra el agua se considera una característica

autónoma. Por otro lado, la turbiedad depende del material particulado (diámetros >10-3mm) que se encuentre en el agua y el color es provocado por la presencia de materia orgánica, coloides y por sustancia disueltas.

Muchos investigadores y autores no coinciden, al dar a conocer las causas que ocasionan el color de las aguas. Sierra Ramírez (2011) menciona que:

El color es producido por dos factores más resaltantes que son: ocasionado por las descargas de AR industriales y por la descomposición natural de la materia orgánica (vegetal) y por la disolución de ciertos minerales (especialmente manganeso y hierro) que se encuentran en el subsuelo. (p. 57)

Existen dos tipos de color en el agua:

- ✓ Color real. – este color se visualiza cuando se ha removido a la turbidez que presenta el agua. Romero Rojas (2005) afirma: “El color hace referencia al color real del agua, que por lo general se acostumbra medirlo contiguo al pH, puesto que la intensidad de luz para medir la turbidez depende de esta última. Por lo general el color aumenta cuando el pH incrementa” (p. 109).
- ✓ Color aparente. – es aquel color que se muestra físicamente a nuestros sentidos, en otras palabras, es como se ve el agua. Esto es provocado por la presencia de material en suspensión, pero también por la presencia de sustancias disueltas y coloidales.

- Unidad de medida y equipos de medición.

La unidad en la que se expresa el color está dado por el color causado por mg/l de platino, dado en de ion cloroplatinato.

Sierra Ramírez (2011) menciona: “El color se formula en UC (Unidades de Color). La UC es la que se consigue añadiendo 1 mg de cloroplatinato de potasio en 1 litro de agua destilada. El color se determina en el laboratorio utilizando un dispositivo llamado colorímetros” (p.57).

- Visibilidad. – se define como la interfaz que sucede en los materiales suspendidos que ocurre cuando la luz pasa a través de ellas. Esto se mide en un dispositivo llamado “disco de Secchi” y se expresa en unidades de longitud.

Romero Rojas (2005) nos dice:

La medición del color se realiza por comparación óptica de la muestra con soluciones de concentración de color patrón o haciendo uso de un disco de vidrio de colores correctamente calibrados. Se debe remover la turbidez para determinar el color verdadero, por ello, el procedimiento recomendado para este fin es la centrifugación. (p.109).

c. Olor y sabor

Este parámetro está relacionado con la presencia de sustancias (sean deseables o indeseables) las cuales pueden causar la aceptación o el rechazo por los seres vivos. Los olores y sabores indeseables se deben en una gran mayoría a la presencia de material orgánico ocasionados por las actividades realizadas por las algas y bacterias,

también son ocasionados por la presencia de plancton; pero en la actualidad el olor y el sabor de las aguas e debido a la creciente contaminación de los cuerpos hídricos. Principalmente la sustancia que genera malos olores en las aguas es la putrefacción de la materia orgánica es el sulfuro de hidrogeno (H_2S).

La determinación del sabor y el olor en el agua sirve para evaluar la calidad de la misma y su aceptación por parte del consumidor, nos ayuda a controlar el proceso de una PTAR y para determinar en muchos la fuente de una posible contaminación. (Romero Rojas, 2005, p.110).

- Unidad de mediad y equipos de medición

Aun no se crea un dispositivo para cuantificar los olores y sabores en el agua; en muchos de los casos estos se informan en los análisis realizados como ausentes o presentes.

Romero Rojas (2005) afirma:

Hay varios métodos cuantitativos para formular la concentración de olor o de sabor. La técnica más usada se basa en determinar la relación de dilución a la cual el olor o el sabor es apenas detectable. Los resultados de dicha relación se expresan como ND (número detectable) de olor o de sabor. (p.110).

d. Temperatura.

La temperatura es el parámetro físico más relevante de la caracterización del agua. La medición de la temperatura tiene que

ser precisa y exacta, porque de ello depende la exactitud del procedimiento en el análisis de laboratorio y de su tratamiento.

La temperatura está relacionada con la actividad microbiológica, el nivel de saturación del OD y el nivel de saturación con el carbonato de calcio. A su vez también afecta la cinética química y la viscosidad.

- Unidad de medida y equipos de medición.

Para alcanzar resultados exactos, la temperatura debe ser tomada in situ (en el mismo lugar del muestreo). La unidad en la que generalmente se expresa la temperatura es en grados Celsius (°C), el dispositivo más usada en la medición de la temperatura es el termómetro de mercurio.

e. Sólidos

Es muy importante determina la cantidad de materia sólidos que se encuentra en el agua, porque ello depende los resultados de la calidad del agua.

Tabla 2: Clasificación de los sólidos.

	Definición	Tamaño
Sólidos Sedimentables	Es aquel material que se encuentra en suspensión que se asientan en el fondo del recipiente que las contiene, para efectos del análisis se usan recipientes de forma cónica (cono de Imhoff) durante un lapso de una hora. Los SS se expresa en ml/L.	Mayores de 0.01 mm

		<p>Son llamados también material no disuelta o residuos no filtrables, su determinación es muy importante debido a su grado de relación que tiene para la determinación de la calidad del agua. Una forma sencilla de hallar su valor es restando la cantidad de ST y SD.</p>	
	Sólidos Suspendidos (SS)		Menos de 0.01 mm
Sólidos Totales	Sólidos Disueltos (SD)	<p>Son también llamados residuos filtrables. La determinación por lo general es de forma directa, donde el residuo de la evaporación es sometido a un proceso de secado donde se alcanza una temperatura de 103 – 105°C, el aumento de masa sobre el recipiente vacío representa a los SD.</p>	2.0 μm
Sólidos Disueltos	Fijos (SDF o SF)	<p>Una vez terminada la determinación de SS, los residuos que quedan en el recipiente son sometidos a la incineración en una mufla, donde se alcanza una temperatura de entre un rango de $550 \pm 50^{\circ}\text{C}$, por un lapso de veinte minutos. La pérdida de masa se expresa en mg/l de SV y la materia que se queda en el recipiente se expresa en mg/l de SF.</p>	2.0 μm

Como ya se menciona en el anterior cuadro, el residuo que queda de la determinación de los **Volátiles (SDV o SV)** SS, es sometido a un calentamiento, donde la pérdida de peso hace referencia a la cantidad de SV expresado en mg/l. 2.0 µm

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Dato: SSF (sólidos suspendidos fijos) y los SSV (sólidos suspendidos volátiles) se cuantifican con los mis procedimientos de los SDF y SDV.

f. Conductividad.

“Es una habilidad que poseen ciertas aguas para transmitir una intensidad de corriente eléctrica, esto depende básicamente de la concentración total de sustancias disueltas e ionizadas, pero también depende de la temperatura a la cual se lleva a cabo la determinación” (Romero Rojas, 2005, p.114).

La conductividad es un parámetro que mide la cantidad de sales disueltas ionizadas, los iones más comunes que se encuentran en las aguas son P, Mg, Ca, Na, SO²⁻, Cl⁻, HCO³⁻. Cualquier modificación en la cantidad de la sustancia diluida, perturbación de los iones diluidos y en su estado de oxidación, generara como consecuencia un cambio en los valores de la conductividad.

- Unidad de medida y equipos de medición.

El método más común para calcular la conductividad que posee una muestra, es mediante un dispositivo comercial de

lectura inmediata en $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C , con un margen de error menor de 0.01.

✓ Ecuación

$$C = \frac{RA}{L}$$

Donde:

C = resistencia especifica, ohmio * cm

R = resistencia, ohmio

A = área de la seccion transversal del conductor, cm^2

L = longitud del conductor

Dato: en muchos casos el valor numérico de la conductividad es demasiado pequeño, por ello se ve conveniente en expresar en unidades de $\mu\text{siemens/cm}$ ($1\text{mho}=1\text{siemens}$).

Muchos autores nos dicen que la conductividad está relacionada de forma indirecta con los SD, por ello, se expresa la siguiente correlación:

$$STD (mg/l) = 0.55 \text{ a } 0.7$$

**** conductividad ($\mu\text{mhos/cm}$)***

2.2.3.2. Parámetros químicos

a. Oxígeno Disuelto (OD).

La determinación del OD es de suma importancia, este parámetro nos ayuda a determinar las condiciones (aeróbicas o anaeróbicas) en la que se encuentra el medio en estudio. Por otra parte; el análisis

de OD sirve como soporte para calcular y determinar la DBO, nivel de contaminación de los ríos, tiempo de aireación en los procesos aeróbico de un cierto tratamiento.

Romero Rojas (2005) menciona: El OD se encuentra en cantidades variadas y en pequeñas proporciones en el agua; su contenido está relacionado con la concentración y estabilidad de la materia orgánica presente, por ello, es un factor de suma importancia en la purificación de los ríos, lagunas, arroyos, etc. La OD se encuentra en pequeñas cantidades y se reducen con la temperatura. (p.173).

- Determinación de OD.

Existen muchos métodos para determinar la cantidad de OD de una muestra patrón, pero el método más usado es la de Alsterberg, este método elimina la interfaz ocasionada por los nitruros que se encuentran en la muestra. Cabe señalar que los nitruros forman una interfaz generalmente en efluentes tratados biológicamente.

La explicación del método es que el oxígeno oxida al catión Mn^{+2} a un estado de oxidación alto en circunstancias alcalinas, en consecuencia, el Mn^{+2} en su estado de oxidación más alto es capaz de oxidar al anión I^- y pasar a yodo libre (I_2) en circunstancias acidas. La cantidad de yodo que se libera se cuantifica con una solución de tiosulfato de sodio la cual es similar a la cantidad de OD presente inicialmente en la muestra.

Romero Rojas (2005) afirma:

Cuando se requieren determinaciones de perfiles de OD en lagos, lagunas y ríos, es necesario su cuantificación mediante electrodos de medida de OD. Los electrodos se gradúan por medio de muestras ensayadas por el técnico de Winkler y acceden por su versatilidad, llevarse a cabo de manera rápida de carácter sencillo, el cálculo de los perfiles es in situ, a variadas profundidades y localizaciones. (p.175).

b. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es una de las primeras reacciones que suceden en las fuentes de agua que abarca una de las DO, este proceso se lleva a cabo por la mineralización de la materia biodegradable.

La DBO es la cuantificación del oxígeno requerido por los microorganismos en la estabilización de la materia (orgánico) biodegradable. El ensayo de la DBO básicamente sirve para determinar el grado de concentración de la materia orgánica en los diferentes cuerpos de agua (especialmente en aguas residuales).

DBO5 es la sigla que pertenece Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días. La temperatura elegida para los ensayos de la DBO es de 20°C la cual debe no debe sufrir ninguna perturbación durante todo el proceso del ensayo. Si la temperatura es modificada la cinética de la reacción se verá modificada durante el ensayo, lo cual nos arrojaría resultados erróneos.

La DBO es la determinación de la cantidad de oxígeno consumido en el proceso de oxidación de la mezcla de compuestos

biodegradables presentes en la muestra por acción de la población microbiana presentes en la misma en la hora de realizar el análisis. Así, el análisis de la DBO es un método de oxidación húmeda en el cual los microorganismos son agentes importantes para oxidar la materia biodegradable en dióxido de carbono y agua. (Romero Rojas, 2005, p.178-179).

- Formulación de la DBO.

El estudio de la gráfica de una curva típica de DO muestra que la DBO obedece en primera instancia una reacción de primer orden. Posterior a esto, en segunda instancia es afectado por el oxígeno necesario para el proceso de

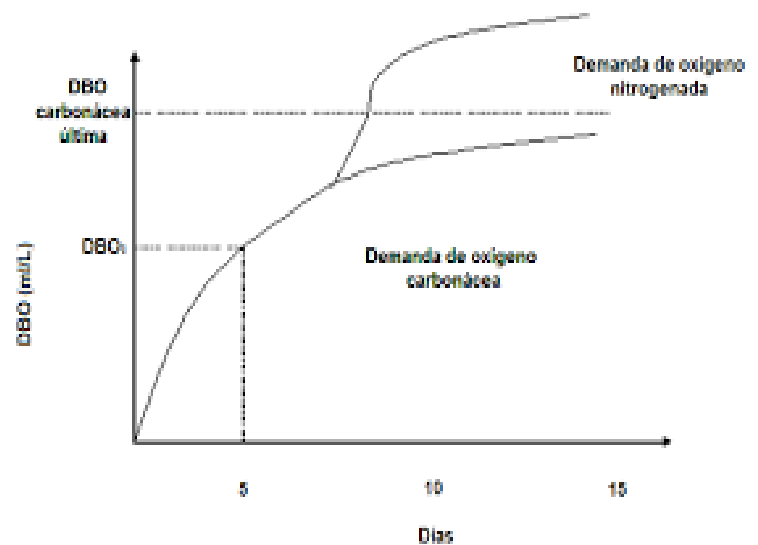


Figura 2: Curva típica DBO.

Nota. Fuente: Romero Rojas (2005, p.179).
nitrificación.

Cabe señalar que en la cinética de primer orden la tasa de oxidación está relacionado de forma proporcional a la concentración de material oxidable remanente, en otras

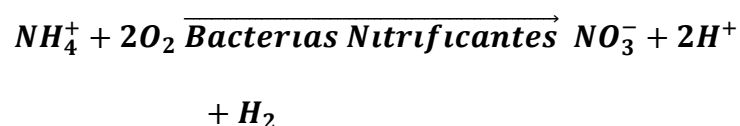
palabras, la tasa de reacción es dependiente de la cantidad de alimento que se encuentra disponible.

- DBO por nitrificación

En la ruptura de las proteínas mediante el proceso de la hidrólisis, se obtiene productos no carbonosa como el amoníaco, este amoníaco se oxida en aniones nitrato y nitrito gracias a la presencia de microorganismos autotróficas; el oxígeno que se relaciona con la oxidación del amoníaco, en el procedimiento biológico de nitrificación, forma la llamada DBON.

Romero Rojas (2005) afirma La cantidad del oxígeno requerido en el proceso de nitrificación, a causa del crecimiento pausado de las bacterias nitrificantes, es importante en una muestra de agua residual cruda luego de ocho a diez días. La nitrificación puede no tomarse en cuenta en las muestras de DBO por adición de tiourea, y así poder determinar únicamente la demanda carbonácea. (p. 181)

La representación estequiométrica de la oxidación del amonio en los iones nitrito y nitrato es lo siguiente:



- Método para determinar la DBO

Se llena dos botellas (volumen aproximado de 300ml) de DBO con muestras que han sido aireadas con anterioridad,

para determinar la OD que sea más próximo al valor de la saturación.

En una de las botellas se procede a la determinación del OD inicialmente. Las botellas que sobran se incuban por un lapso de cinco días a una determinada temperatura de 20°C. Cuando se cumple los cinco días, se pasa a la determinación de la cantidad de oxígeno disuelto final.

Como último paso se calcula por una diferencia de valores que está dado por OD inicial y OD final.

$$DBO (mg/l) = OD\ inicial - OD\ final$$

c. pH

Es un término que se usa medir nivel de acides o basicidad del agua, por ello se expresa de la siguiente manera:

$$pH = -\log [H^+]$$

El pH participa en los cálculos que se realizan para la cuantificación de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) que se calcula de una expresión ionizada del ácido carbónico.

- Unidades y equipos de medición

Por química general se sabe que el pH se encuentra en una escala de 0 a 14, donde 7 es el punto neutro.

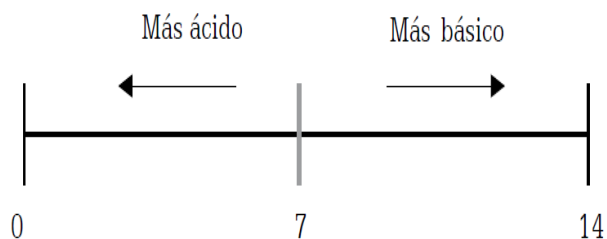


Figura 3: escala de pH.

Nota. Fuente: Sierra Ramírez (2011, p.59).

La medición del pH se consigue realizar en el campo (in situ) o en el laboratorio, para este fin se usa un dispositivo llamado pHchímetro.

Sierra Ramírez (2011) afirma:

El pH presenta una escala de valores que son semejantes a la de un termómetro. La escala de un termómetro cuantifica la intensidad de calor, y por su parte el pH cuantifica la intensidad de la acidez o basicidad. Cabe mencionar que la forma correcta es mencionar que el pH mide el nivel de acidez o de alcalinidad, pero no establece un valor numérico de la acidez ni de la alcalinidad. (p.60).

c. Alcalinidad.

La alcalinidad se define como la capacidad que posee el agua para neutralizar los ácidos, como capacidad para la tolerancia protones, entre otras propiedades.

En el proceso de coagulación química del agua, los compuestos utilizados como coagulantes reaccionan para dar paso a los precipitados de hidróxidos insolubles.

La alcalinidad de las aguas en su estado natural, se debe básicamente a la presencia de tres clases de compuestos:

- ✓ Carbonatos
- ✓ Hidróxidos
- ✓ Bicarbonatos

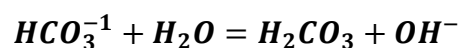
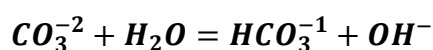
Estos compuestos ingresan al agua gracias al actuar del CO₂ que se encuentran presentes en los materiales naturales del suelo.

Cabe señalar que en algunas aguas hay una pequeña probabilidad de encontrar compuestos diferentes (silicatos, boratos, fosfatos, etc.) que se suman a la alcalinidad, pero en realidad la contribución es intrascendente y para los efectos de cálculos puede ignorarse.

- Unidades y equipos de medición

La determinación de la alcalinidad en el agua se realiza mediante una titulación con H₂SO₄ (ácido sulfúrico) 0.02N y se presenta en unidades de mg/l de CaCO₃, que corresponden a la alcalinidad determinada. Los cationes H⁺ provenientes de la solución 0.02N de H₂SO₄ neutralizan los aniones OH⁻ libres y los que se separaron en el proceso de hidrolisis de bicarbonatos y carbonatos.

Las reacciones de hidrolización:



Romero Rojas (2005) nos dice que: “La titulación se realiza en dos fases sucesivas, especificadas por los puntos de equivalencia para los bicarbonatos (HCO₃⁻) y el ácido carbónico (H₂CO₃), los

cuales se indican electrónicamente o por medio de indicadores”
(p.120).

Sierra Ramírez (2011) afirma:

La alcalinidad se determina en el laboratorio por un proceso de titulación, de la misma forma que la acidez, los resultados que se obtienen se dimensionan en mg/L de CaCO₃. Para el proceso del ablandamiento del agua, se requiere determinar los tres tipos de alcalinidad presentes en la muestra de agua. Una vez realizado la medición del pH y la alcalinidad total, con los datos obtenidos de la anterior medición se puede determinar cada uno de los tres tipos de alcalinidad con asistencia de las ecuaciones de equilibrio del H₂CO₃ (ácido carbónico). (p.62-63).

2.2.4. Marco Legal

2.2.4.1. Decreto Supremo N° 007-2010-AG

Esta norma nos habla del cuidado de la calidad de los recursos hídricos, donde se expone el beneficio nacional del cuidado de la calidad de agua en cuerpos naturales y sus bienes coligados, con la finalidad de evitar un riesgo de daño grave o irremediable que amenace a los recursos naturales y la preservación de las miasmas para generaciones futuras.

2.2.4.2. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Esta norma nos habla sobre la aprobación ECA para el agua como una medida donde se instaura el grado de concentración, cantidad de sustancias, características físicos y químicos y biológicos, que se encuentran en el aire, agua o suelo, en circunstancia de fuente receptor,

que no representa un peligro relevante para la salud de los seres vivos y no se ponga en riesgo al ambiente. (Aquino Espinoza, 2017, p.21).

2.3. Definiciones conceptuales

- ✓ Laguna: Es un depósito natural de agua, con menor profundidad que la de un lago, generalmente su agua es dulce. La palabra laguna proviene del vocablo italiano laguna, que hace referencia a un lago o laguna.
- ✓ Agua: Es un líquido que se compone por dos H₂ y un oxígeno, esta sustancia cubre un 75 % del plano terrestre.
- ✓ Calidad: Conjunto de características inherentes a un objeto que permiten distinguirlo y apreciarlo en relación con el resto de su especie.
- ✓ Muestreo: es una técnica de mucha ayuda para la investigación científica. Su objetivo primordial es determinar qué parte de la población implicada en la investigación debe estudiarse.
- ✓ Antropogénicos: Es todo aquello que proviene o se relaciona con el hombre, en particular tiene efectos sobre la naturaleza.
- ✓ Plancton: Es un grupo de organismos, en su mayoría muy pequeños, que flotan en aguas salada o dulces, y se encuentran abundantemente a profundidades de unos 200 metros.
- ✓ Parámetros: Para el agua, un parámetro es una característica de medida (biológica, física y química) para determinar el estado en la que se encuentran las aguas de un cuerpo hídrico.
- ✓ Eutrofización: Es el aumento gradual de las concentraciones de fósforo, nitrógeno y otros nutrientes de las plantas en ecosistemas acuáticos envejecidos, como los lagos. La productividad o fertilidad de un ecosistema

de este tipo aumenta naturalmente a medida que aumenta la cantidad de materia orgánica que se puede descomponer en nutrientes.

- ✓ Nutrientes: Son compuestos inorgánicos que son necesarios para los seres vivos. Son también, un factor limitante para el desarrollo de las plantas y por lo tanto para los individuos que las consumen. Algunos nutrientes se hallan en pocas concentraciones, un claro ejemplo de esto es nitrógeno molecular N_2 , pero se sabe que en la atmósfera es el gas más abundante. El nitrógeno solo puede ser consumido por las plantas en forma de iones de NH_4 (amonio) y NO_3 (nitrato).
- ✓ Fauna: Es un grupo de animales que viven en una cierta área geográfica, que es una característica del período geológico. Esto depende tanto de factores abióticos como bióticos.
- ✓ Flora: El término flora se refiere a un grupo de especies de plantas nativas o introducidas desde un área geográfica, un período geológico o un ecosistema.
- ✓ Muestra: Es una pequeña porción que es tomada de la población en estudio, pero debe ser la más representativa de entre todos. En el estudio del agua, la muestra es o son pequeñas cantidades de líquidos tomadas por el investigador, estas muestras serán las que se analicen para determinar el estado de toda la población de agua.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La calidad fisicoquímica de las aguas de la laguna el “El Paraíso”, se encuentra en un estado de deterioro; debido a que se encuentra en un proceso

de contaminación por las diferentes actividades humanas e inicios del proceso de eutrofización.

2.4.2. Hipótesis específicas

En el campo o área de estudio (in-situ), se realizan las mediciones de los parámetros físicos, dichos parámetros están compuesto por: turbiedad, temperatura, OD, pH. Estos parámetros son medidos en campo debido a que se quiere una precisión exacta del resultado que se quiere obtener.

En el laboratorio, se realizan las mediciones de los parámetros químicos, dichos parámetros están compuesto por: DBO5, conductividad, STD, pH, ORP. Estos parámetros son medidos en el laboratorio debido a que los instrumentos y la muestras necesitan ser preparadas para los análisis.

La calidad de las aguas de la laguna “El Paraíso “, rebasan los LMP. Las cuales nos indican que estas aguas no son aptas para bañistas, ni para la pesca deportiva de las especies que lo habitan.

Variables	Definición conceptual	Definición de variables	Dimensiones	Indicadores
Caracterización fisicoquímica	La caracterización del agua busca dar a conocer el estado en el que se encuentra un recurso hídrico, mediante la medición y determinación de parámetros físicos y químicos.	Esta variable será analizada mediante la medición de parámetros que se recomiendan en las diferentes bibliografías revisadas por el autor.	Caracterización física Caracterización química	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conductividad eléctrica. ▪ Sólidos totales. ▪ Turbidez. ▪ ORP <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ Oxígeno Disuelto. ▪ Demanda bioquímica de oxígeno.
Aguas de la laguna “El Paraíso”	El agua es un elemento indispensable para la vida, pero siempre y cuando cumpla con los requisitos necesarios. Las lagunas son las principales fuentes para el suministro de agua para el consumo humano. Pero en la actualidad estos están siendo afectados por la contaminación.	Esta variable será determinada a través de las normas y reglamentos impuestas por las autoridades correspondientes.	Marco Legal para la calidad del agua.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Límite Máximo Admisible. ▪ Decreto supremo N° 007-2010-AG. ▪ Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Diseño

Como ya se mencionó, el estudio se realizó en las aguas de la laguna “El paraíso” en el distrito de Huacho. El trabajo de investigación se desarrolló de la siguiente manera:

Tabla 3: Cuadro de procesos para la toma de datos.

Investigación	Campo	Insitu	<ul style="list-style-type: none">• Temperatura.• pH.• Turbiedad.• OD.
	Documental	<ul style="list-style-type: none">• LMP• ECAS	
	Experimental	Exitu	<ul style="list-style-type: none">• Temperatura.• pH.• Conductividad.• ORP.• ST.• DBO

Nota. Fuente: Autoría propia

Tabla 4: Toma de muestras patrón (por día).

Nº	Punto de muestreo	Numero de repeticiones.
1	Punto 01	Uno
2	Punto 02	Uno
3	Punto 03	Uno
4	Punto 04	Uno
5	Punto 05	Uno
6	Punto 01	Uno

Nota. Fuente: Autoría propia

Tabla 5: Tiempo de muestreo.

Nº	T. total de muestreo	T. parcial de muestreo
1	Tres veces	
2	Tres veces	
3	Tres veces	La toma de muestras se realiza en tres diferentes días, y en horarios diferentes
4	Tres veces	cada uno.
5	Tres veces	
6	Tres veces	

Nota. Fuente: Autoría propia

- i. La investigación insitu de campo se desarrolló (en seis puntos diferentes) con la toma de una muestra en un mismo punto, estas muestras fueron tomadas a una profundidad de 70 - 100 cm. Las muestras fueron analizadas por el investigador para la toma de datos correspondientes a la primera toma, las cuales son tabuladas en los resultados.
- ii. La investigación experimental corresponde a un análisis exitu, estos análisis se realizaron en el laboratorio, para ello se usaron las muestras obtenidas de los diferentes puntos. Para hacer posible algunos de estos análisis se debe adecuar la muestra, por ello las muestras que se obtuvieron en el campo son almacenadas en recipientes previamente esterilizadas para que así no haya variación en los datos reales.

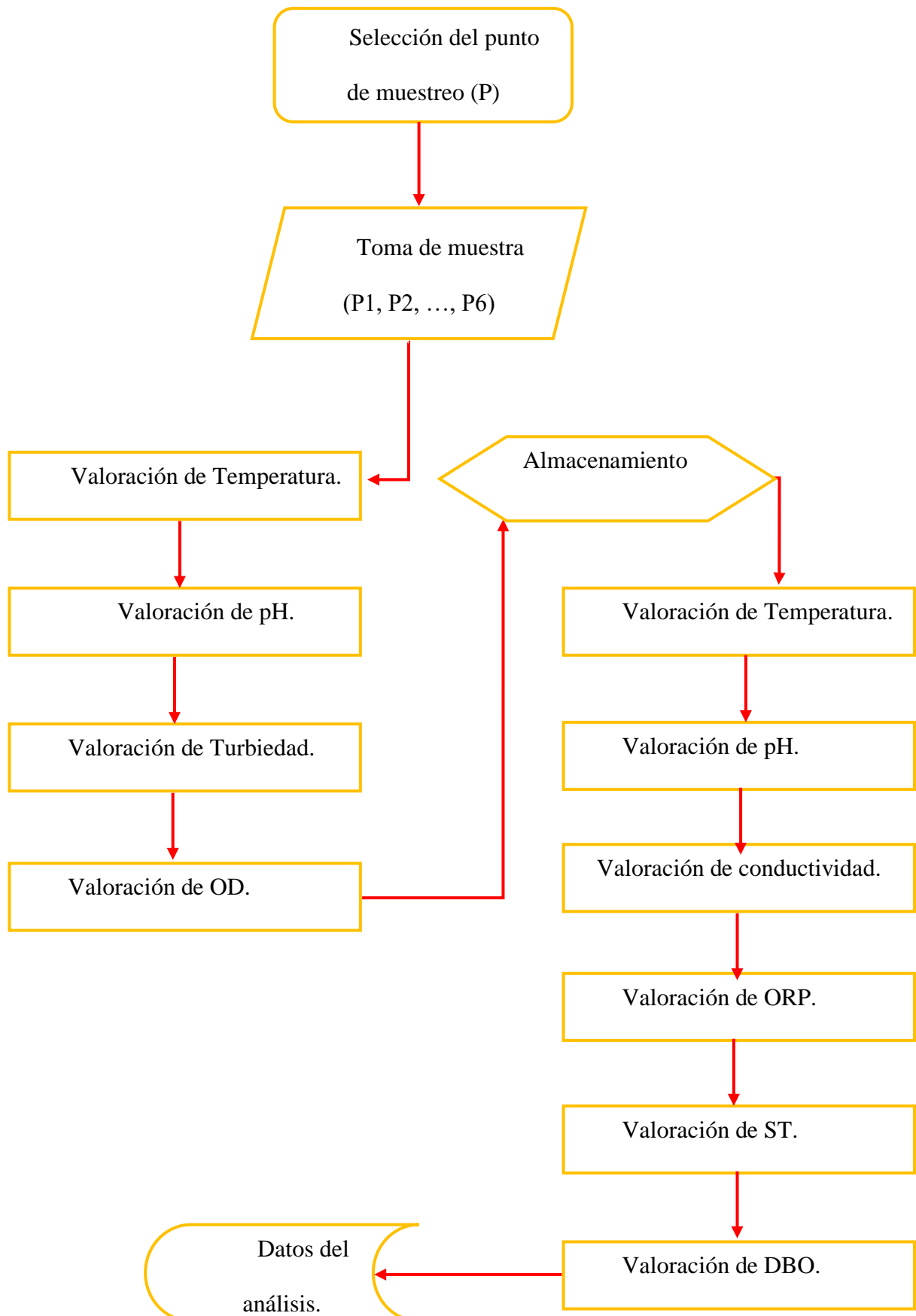
Tabla 6: Análisis de la DBO.

Nº	Punto de muestrea	Tiempo de duración
1	Punto 01 (P ₁)	Cinco días
2	Punto 02 (P ₂)	Cinco días
3	Punto 03 (P ₃)	Cinco días
4	Punto 04 (P ₄)	Cinco días
5	Punto 05 (P ₅)	Cinco días
6	Punto 06 (P ₆)	Cinco días

Nota. Fuente: Autoría propia

- iii. La investigación documental se basa principalmente en recopilación de información para el análisis de los datos. Por otro lado, también es la búsqueda de las normas, reglamentos, DS, leyes y ordenanzas vigentes para la determinación de la calidad de las aguas de la laguna “El paraíso”.

3.1.2. Procedimiento de la fase experimental



✓ Selección del punto de muestreo

Los puntos de muestreo son áreas referenciales y de fácil acceso, donde la misma geografía permita al investigador la toma de muestras sin ningún inconveniente.

Los lagos y lagunas se encuentran dentro de la clasificación de las aguas lenticas. ANA menciona que como mínimo se necesita identificar cuatro puntos de control en el cuerpo receptor lentico, en distintas direcciones (con una separación mínima de 200m de cada punto de control). Para establecer el punto de control se debe de tener en cuenta la accesibilidad condición segura, en caso de no cumplirlas, se debe establecer un nuevo punto de control (Autoridad Nacional del Agua, 2016).



Figura 4: Vista, ubicación del P3, toma dos.

Nota. Fuente: Autoría propia

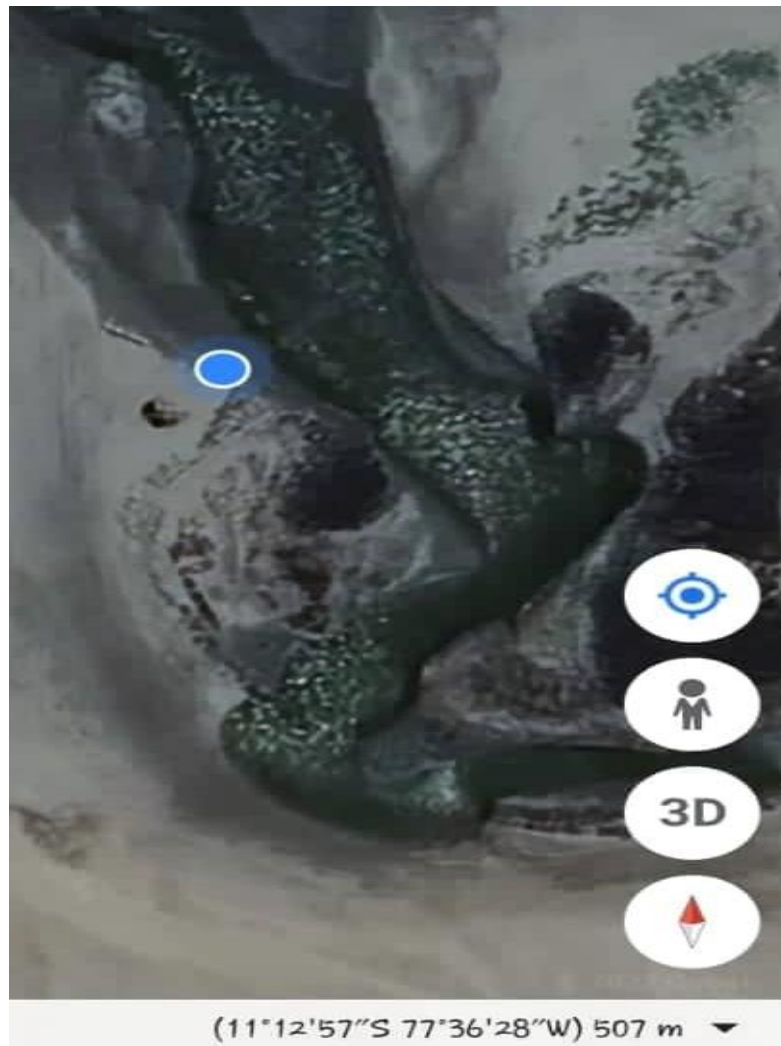


Figura 6:Coordenadas de la ubicación del P1, toma tres.
Nota. Fuente: Autoría propia, Google maps.



Figura 5:Vista P6, ubicación del punto de muestreo en la toma uno.
Nota. Fuente: Autoría propia - Google maps.

✓ **Toma de muestras**

Como ya se mencionó anteriormente, ANA recomienda que se debe tomar como mínimo cuatro muestras, estas divididas en todo el cuerpo de agua lenticia.

Para el cumplimiento de los objetivos, en cada punto de muestreo se recolecta 350ml de agua.



Figura 7: Toma de muestra del P2, toma uno.
Nota. Fuente: Autoría propia.



Figura 8: Recolección de muestra P3, toma uno.
Nota. Fuente: Autoría propia.



Figura 9: Toma de muestra del P2, toma tres.
Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Valoración de temperatura

Para la medición de la temperatura, se usará un termómetro digital, la cual está debidamente calibrada. El termómetro se sumerge en el vaso que contiene la muestra (la estabilidad de la lectura será dentro de un tiempo de 2 a 3 minutos).



Figura 10: Medición del pH y Temperatura P6, toma dos.
Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Valoración de pH

Una vez terminada la valoración de la temperatura, se procede a enjuagar el termómetro con agua destilada. El pH-metro se sumerge totalmente en el vaso que contiene la muestra de agua, a esto se le suma una agitación ligera, la lectura del valor del pH será posible cuando en la pantalla principal del instrumento desaparece el símbolo del reloj de arena.



Figura 11: Medición del pH y Temperatura P2, toma tres.

Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Valoración de Turbiedad

Para este procedimiento se usa el turbidímetro, dentro del recipiente (botella de muestra), se debe agregar la muestra hasta que rebase el pico de la misma, se tapa la botella y se inserta en el equipo. La lectura de la medición se presenta en la pantalla principal del equipo.



Figura 12: Medición de turbiedad P1, toma tres.
Nota. Fuente: Autoría propia.



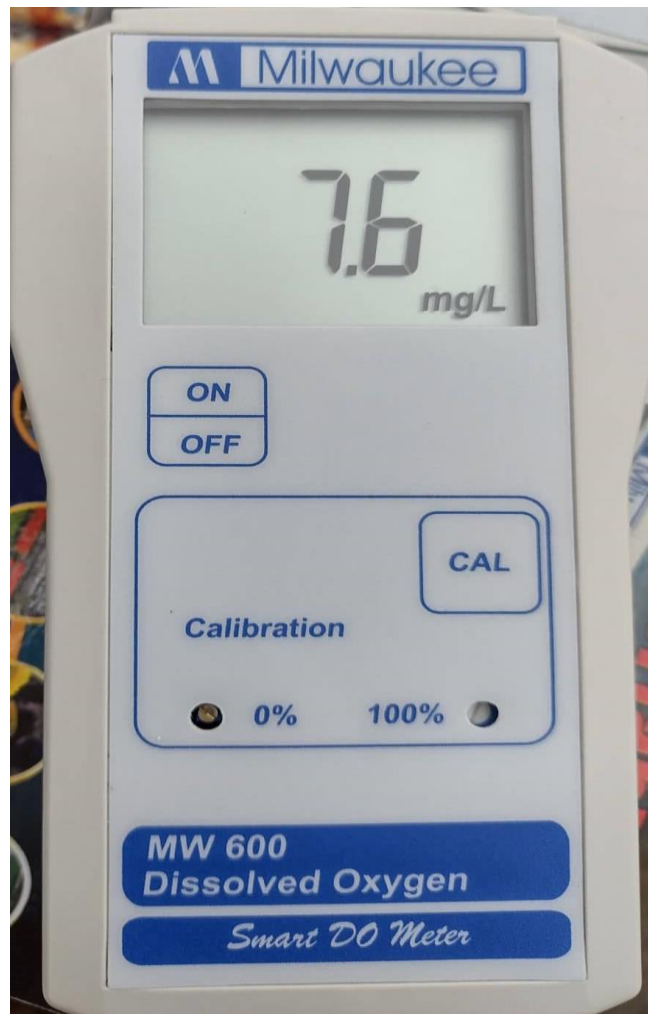
Figura 13: Medición de turbiedad P2, toma dos.
Nota. Fuente: Autoría propia.



Figura 14: Medición de turbiedad P2, toma dos.
Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Valoración de OD

Dentro del vaso que contiene la muestra patrón, se mete la sonda del equipo. Para la correcta medición del OD, la sonda debe estar a una determinada altura donde no toque el fondo, seguido a una agitación leve. La lectura será tomada cuando ya se haya estabilizado un valor en la pantalla principal del instrumento.



*Figura 15: Medición de OD en el P2, toma dos.
Nota. Fuente: Autoría propia.*



Figura 16: Medición de OD en el P5, toma dos.
Nota. Fuente: Autoría propia.



Figura 17: Medición de OD en el P3, toma uno.
Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Almacenamiento

Se debe llevar muestras al laboratorio, para la valoración de los demás parámetros. Las muestras serán llenadas en un recipiente de plástico, estas muestras son analizadas el mismo día, para que así la muestra no se vea afectada por el ambiente externo.

✓ Valoración de temperatura

Esta valoración se realiza en las instalaciones del laboratorio, el instrumento a usar es un multiparámetro que está debidamente calibrada. La temperatura debe medirse con la sonda de temperatura y en la pantalla principal se selecciona las unidades de la temperatura, la medición de la temperatura es muy importante para determinar el pH.



*Figura 18: Medición de ORP y temperatura.
Nota. Fuente: Autoría propia.*

✓ Valoración de pH

Para la medición del pH, en la pantalla principal del instrumento se debe seleccionar “pH” que aparece al lado derecho de los números, una vez hecho esto se procede a meter la sonda en el vaso que contiene el agua, la sonda no debe tocar el fondo, la lectura se debe hacer cuando se haya estabilizado los valores o en su defecto haya desaparecido el reloj de área del lado izquierdo de los números.

✓ Valoración de Conductividad

Para la medición de la conductividad, en la pantalla principal del instrumento se debe seleccionar la unidad de la conductividad “mS” la cual debe aparece al lado derecho de los números una vez hecho esto se procede a meter la sonda en el vaso que contiene el agua junto a ello se debe tratar de sacar las burbujas que se crean en los orificios de la sonda, la lectura se debe hacer cuando se haya estabilizado los valores o en su defecto haya desaparecido el reloj de área del lado izquierdo de los números.



Figura 19: Medición de conductividad eléctrica.
Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Valoración de ORP

Para la medición del ORP, en la pantalla principal del instrumento se debe seleccionar la unidad correspondiente al potencial de oxido-reducción “mV” la cual debe aparece al lado derecho de los números una vez hecho esto se procede a meter la sonda en el vaso que contiene el agua. La sonda debe ser sumergido en el agua, no debe tocar el fondo. La lectura se debe hacer cuando se haya estabilizado los valores o en su defecto haya desaparecido el reloj de área del lado izquierdo de los números.



Figura 20: Medición de ORP.
Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Valoración de STD

Para la medición de la cantidad de STD se usa la misma sonda que de la conductividad, en la pantalla principal del instrumento se debe seleccionar la unidad de los STD “ppm” la cual debe aparecer al lado derecho de los números una vez hecho esto se procede a meter la sonda en el vaso que contiene el agua junto a ello se debe tratar de sacar las burbujas que se crean en los orificios de la sonda, la lectura se debe hacer cuando se haya estabilizado los valores o en su defecto haya desaparecido el reloj de área del lado izquierdo de los números.



Figura 21: Medición de STD.
Nota. Fuente: Autoría propia.

✓ Valoración de DBO

Para la medición de la DBO se realiza lo siguiente. Las muestras poseen un pH mayores a 8.0, a la cual se le añade una gota de H₂SO₄ concentrado a 12N, para bajar el pH y se establece en 7.3; terminado el proceso de adecuación de la muestra se llenan en las botellas de color caramelo y se ponen los sensores. Estos van en una bandeja, la cual poseen un imán eléctrico que hará posible la agitación, las muestras son almacenadas en una incubadora, que está a una temperatura de 20 °C por durante cinco días.



Figura 22: Preparación de la muestra (M. DBO).
Nota. Fuente: Autoría propia.



Figura 23: Medición de DBO de todas las muestras, toma uno.
Nota. Fuente: Autoría propia.



Figura 24. Medición de DBO de todas las muestras, toma dos.
Nota. Fuente: Autoría propia.

3.1.3. Representación gráfica del estudio



Figura 25: vista espacial en 3D de la laguna “El Paraíso”
Nota. Fuente: Autoría propia.

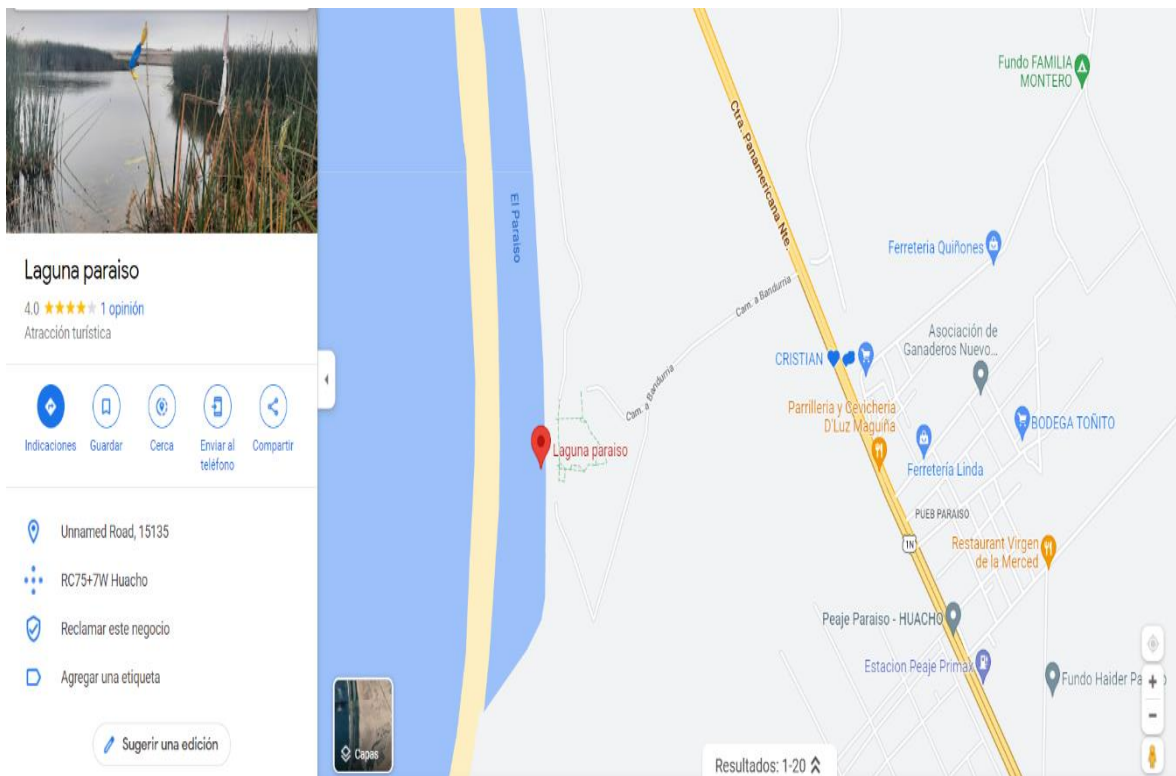


Figura 26: Vía de acceso a la laguna “El Paraíso”
Nota. Fuente: Autoría propia.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de estudio es toda la laguna “El Paraíso”, que tiene una longitud horizontal de 7 km, su ancho está en un rango de 100m - 2km y con 1.5m de profundidad en el punto más hondo.

3.2.2. Muestra

Las muestras patrón que se recolectaron para el estudio de las aguas de la laguna fueron:

- Seis muestras, de 350 ml cada uno, tomados en diferentes puntos.
- En tres días diferentes.

En total se recolectaron 12 muestras patrón (seis de cada día) para el estudio y análisis, cada uno de 350 ml. Estas muestras fueron recolectadas en botellas de vidrio y de plástico.

3.3. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

3.3.1. Técnicas a emplear

Para el desarrollo de la investigación se efectuó el monitoreo ambiental, donde se tuvo en consideración los métodos de muestreo recomendados por las entidades (ANA) correspondientes en este rubro.

Análisis químicos, basadas en los parámetros de pH (potencial de hidrogeno), OD (oxígeno disuelto), DBO (demanda bioquímica de oxígeno).

Análisis físico, basados en los parámetros de conductividad, ST (sólidos totales), turbidez, ORP (potencia de oxido-reducción)

3.3.2. Descripción de los instrumentos

- ✓ Observación del participante.
- ✓ Guía de Monitoreo de cuerpos hídricos.
- ✓ Guía de muestreo.

3.3.3. Técnicas para el procesamiento de la información

- ✓ Guía de observación.
- ✓ Protocolo de monitoreo de los recursos hídricos.
- ✓ Guía técnica de toma de muestra del agua de aguas de recreación.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Primera toma de muestras y datos

- **Datos tomados en campo, fecha 25/05/2022**

Tabla 7: Ubicación de los puntos de muestreo – toma uno.

Muestras	Coordenadas
P1	(11°12'57''S 77°33'29''W) 503m
P2	(11°12'59''S 77°26'35''W) 509m
P3	(11°13'20''S 77°36'41''W) 505m
P4	(11°13'13''S 77°38'23''W) 503m
P5	(11°13'05''S 77°46'17''W) 505m
P6	(11°11'35''S 77°46'36''W) 506m

Nota. Fuente: Autoría propia - Google Earth

Tabla 8: Caracterización fisicoquímica – Toma uno.

IN-SITU						
Muestra	T. ambiente	Hora	T. muestra	OD	pH	Turbidez
	°C	24 horas	°C	mg/lt	Acido-base	NTU
P1	20.1	11:04	19.3	8.1	8.5	13.8
P2	20.5		20.1	8.3	7.9	13.4
P3	19.5	11:40	20.4	8.6	8.6	36.9
P4	20.6		19.4	8.4	8.8	30.7
P5	19.7	12:10	20.1	8.6	8.0	31.3
P6	20.3		19.3	8.3	7.9	29.9

Nota. Fuente: Autoría propia

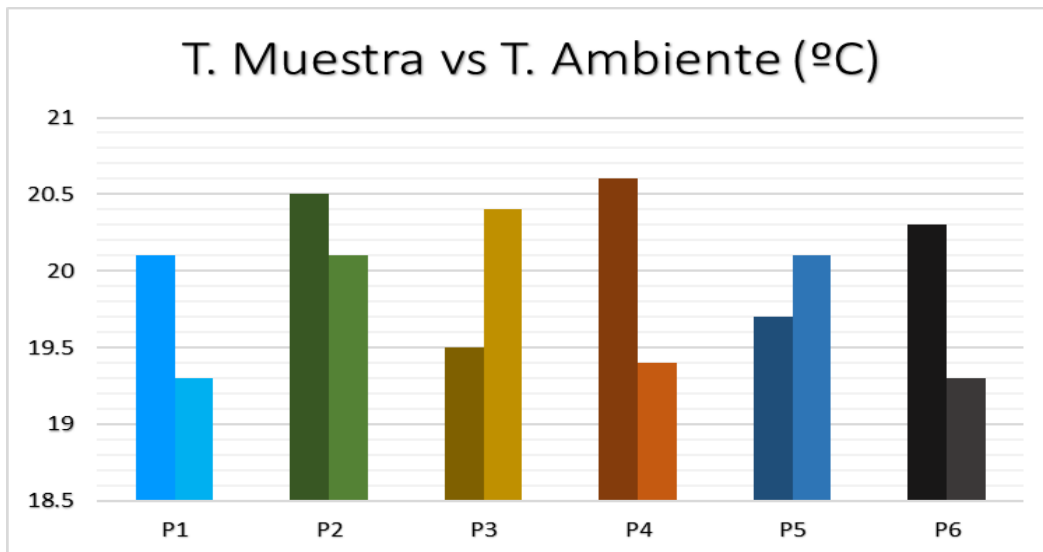


Figura 27: Presentación de datos T. Muestra vs T. ambiente, toma1.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la primera toma de muestras, la temperatura del ambiente presenta un valor mínimo de 19.5 °C que corresponde al P3 y un valor máximo de 20.6 °C que corresponde al P4. La temperatura promedio es de 20.12 °C, los datos recopilados no presentan moda.

Por otro lado, la temperatura de las muestras presenta un valor mínimo de 19.3 °C que corresponde al P1 y un valor máximo de 20.4 °C que corresponde al P3. La temperatura promedio es de 19.77 °C, los datos recopilados presentan una moda con valor de 29.3 °C.

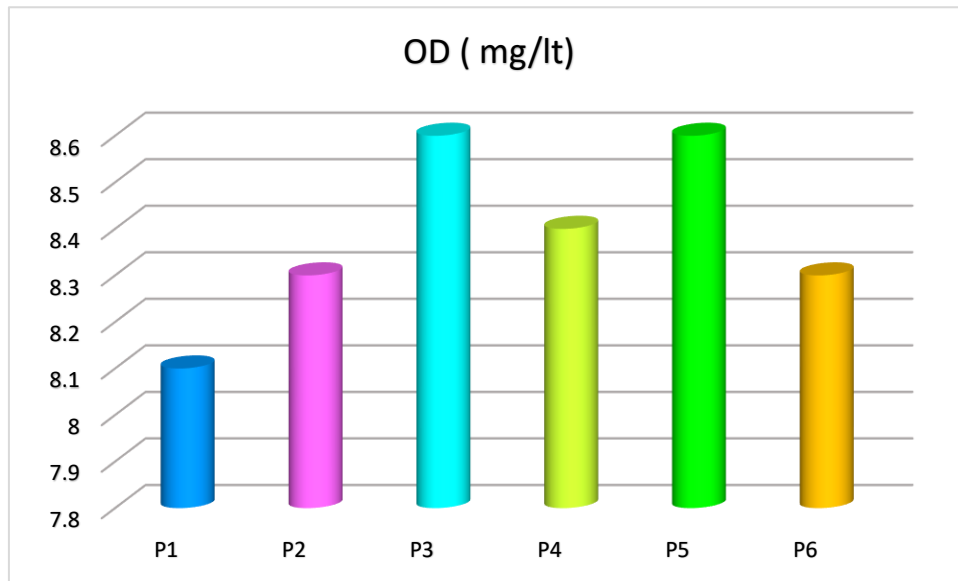


Figura 28: Presentación de datos de OD.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la primera toma de muestras, el OD presenta un valor mínimo de 8.1 mg/lt que corresponde al P1 y un valor máximo de 8.6 mg/lt que corresponde al P3. La cantidad promedio de OD es de 8.383 mg/lt y la moda presenta un valor de 8.3 mg/lt.

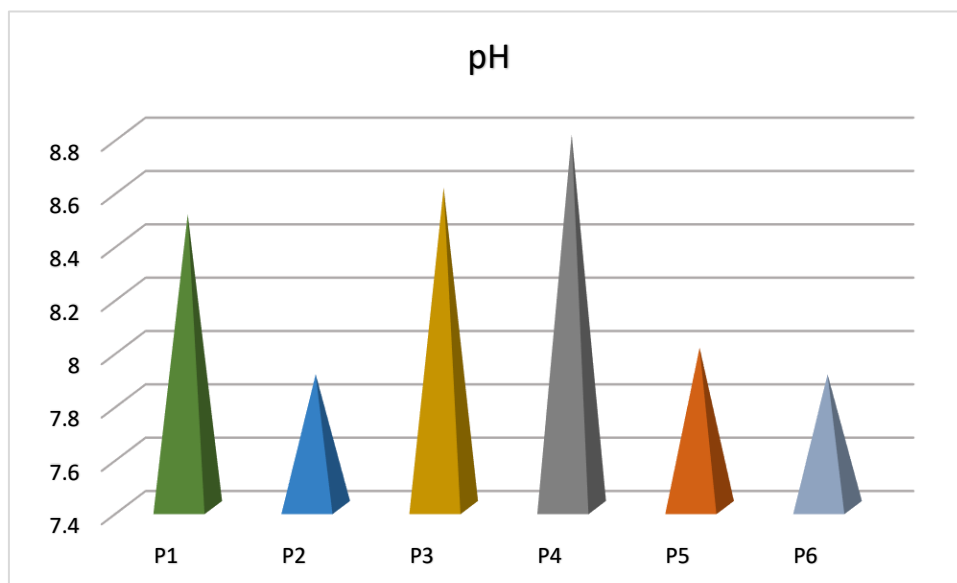


Figura 29: Presentación de datos del pH.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la primera toma de muestras, el pH presenta un valor mínimo de 7.9 que corresponde al P1 y un valor máximo de 8.8 que corresponde al P4. El pH promedio es de 8.283, los datos no presentan moda.

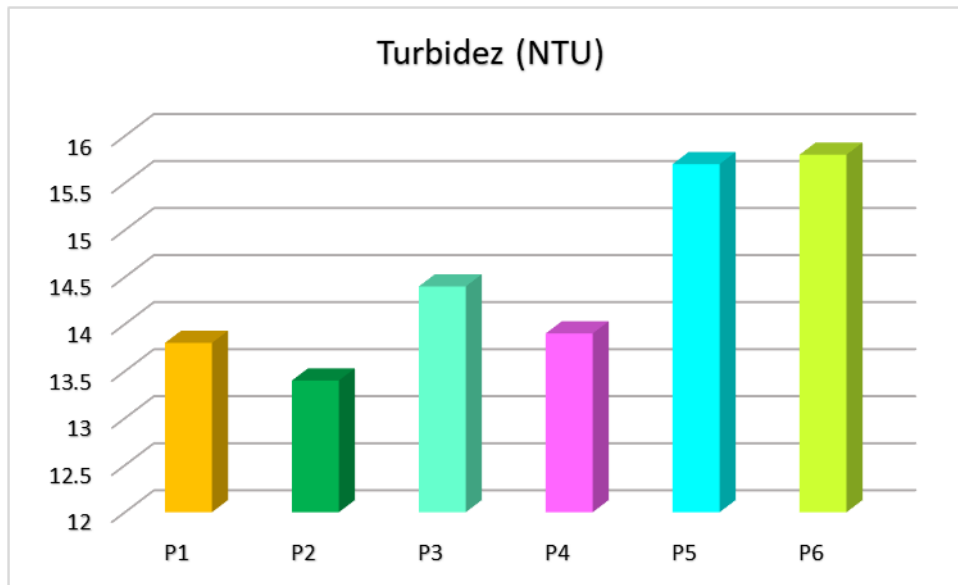


Figura 30: Presentación de datos de la turbidez.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, la turbiedad presenta un valor mínimo de 13.4 NTU que corresponde al P2 y un valor máximo de 15.8 NTU que corresponde al P6. La turbiedad promedio es de 14.5 NTU, los datos no presentan moda.

- **Datos tomados en el laboratorio, fecha 25/05/2022**

Tabla 9: Caracterización fisicoquímica – Toma uno.

Muestra	EX-SITU					
	pH Acido-base	Conductividad mS	T. muestra °C	STD ppm	ORP mV	DBO ...
P1	8.61	7.49	19.23	3.51	159.6	26
P2	8.43	7.95	19.11	4.09	170.01	30
P3	8.58	8.23	20.45	3.98	186.91	28
P4	8.39	8.40	20.29	3.62	183.23	32
P5	8.01	6.65	20.60	5.96	221.65	64
P6	7.99	6.39	19.99	5.79	223.47	46

Nota. Fuente: Autoría propia

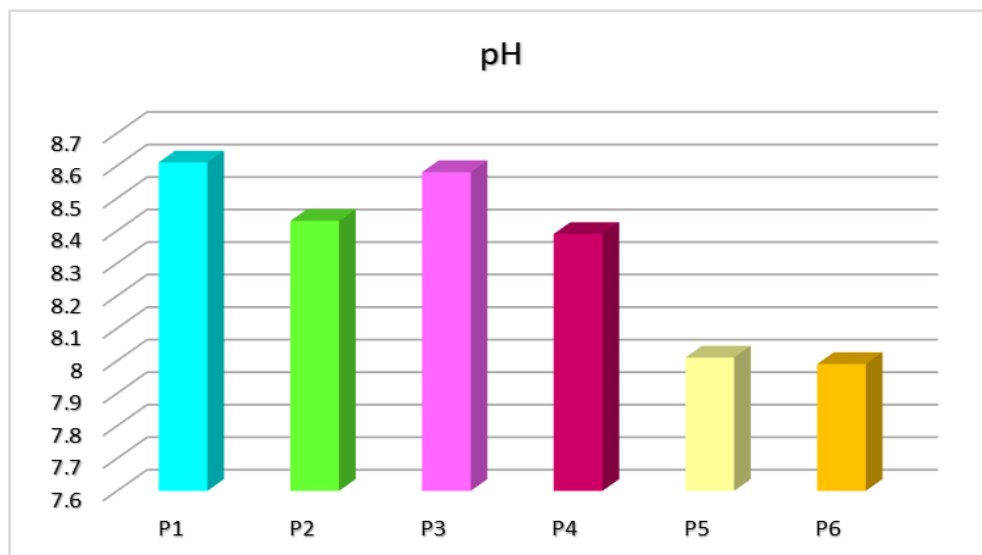


Figura 31: Presentación de datos del pH.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la primera toma de muestras, el pH presenta un valor mínimo de 7.99 que corresponde al P1 y un valor máximo de 8.61 que corresponde al P4. El pH promedio es de 8.335, los datos no presentan moda.

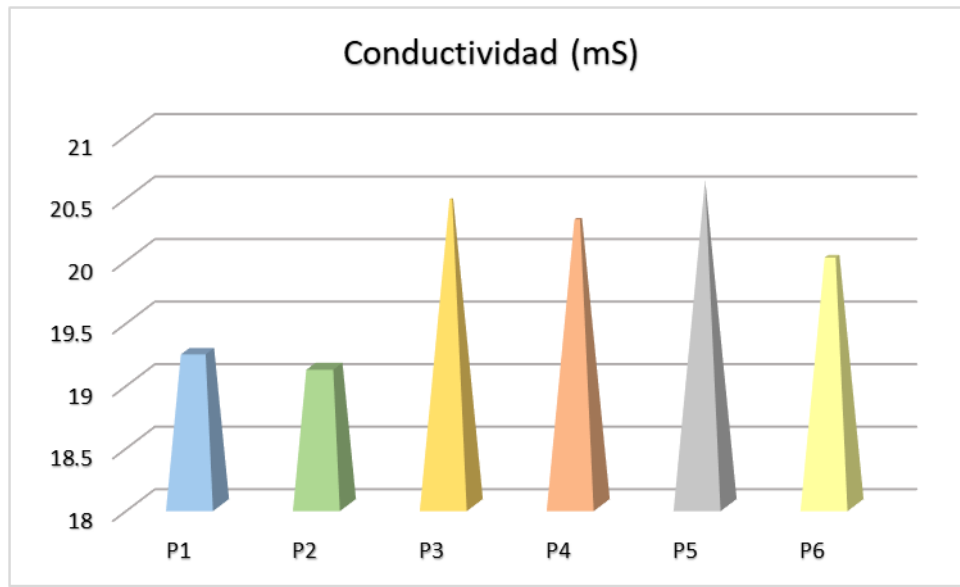


Figura 32: Presentación de datos de la conductividad.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación.

En la segunda toma de muestras, la conductividad de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 6.39 mS que corresponde al P6 y un valor máximo de 8.40 mS que corresponde al P3. La conductividad promedio es de 7.51 mS, los datos analizados no presentan moda

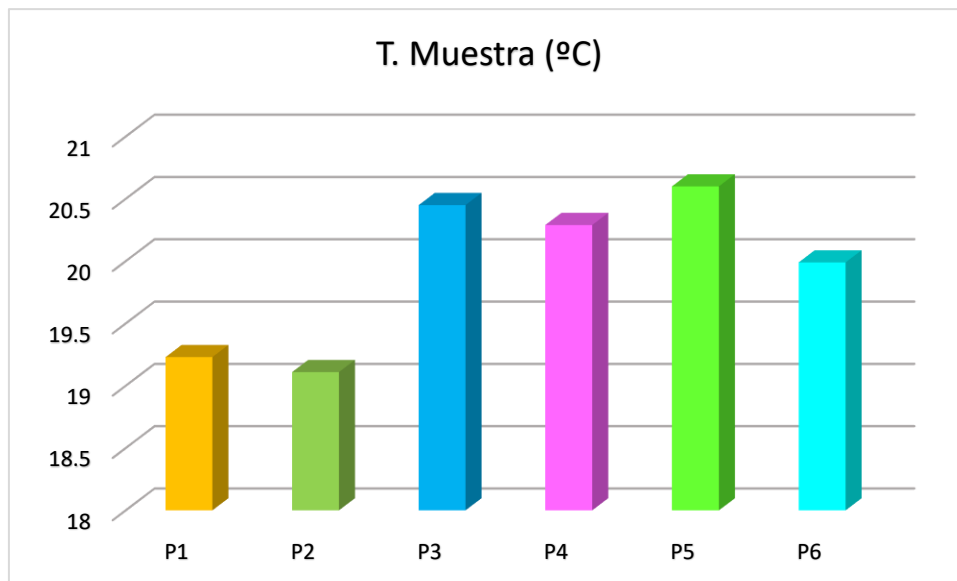


Figura 33: Presentación de datos de la T. Muestra.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la primera toma de muestras, la temperatura de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 19.11 °C que corresponde al P6 y un valor máximo de 20.60 °C que corresponde al P5. La temperatura promedio es de 20.116 °C, los datos no presentan moda.

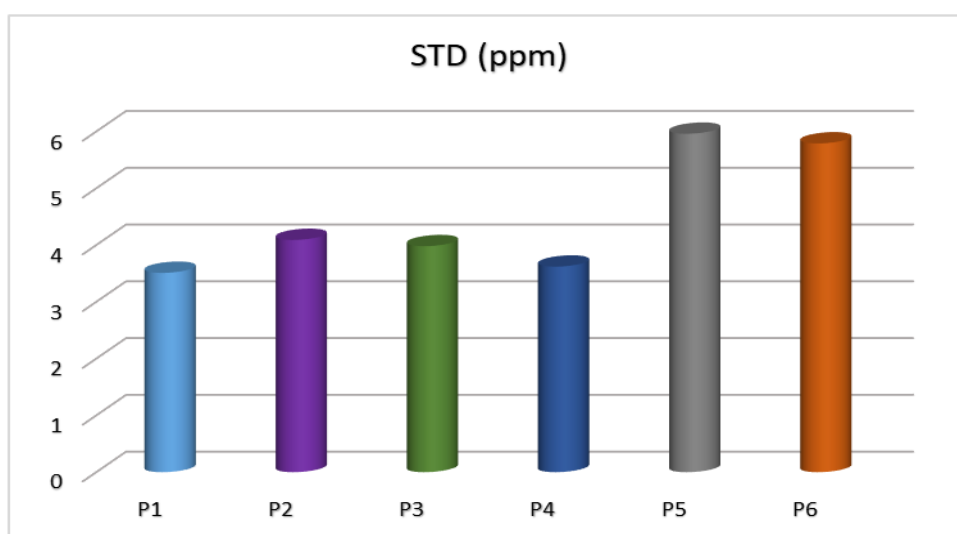


Figura 34: Presentación de datos de los STD.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la primera toma de muestras, los STD de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 3.51 ppm que corresponde al P6 y un valor máximo de 5.96 ppm que corresponde al P3. La conductividad promedio es de 4.492 ppm, los datos analizados no presentan moda.

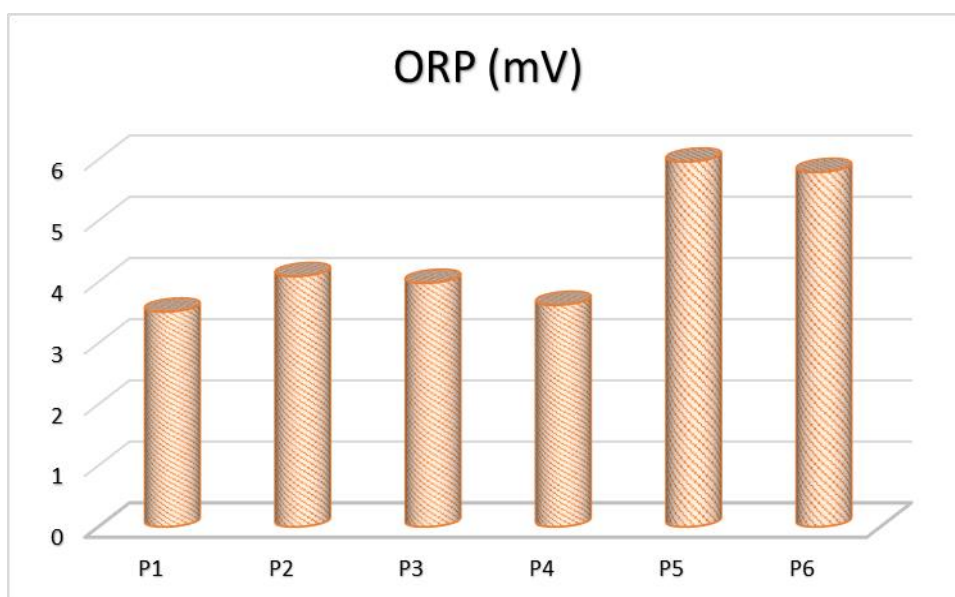


Figura 35: Presentación de datos del ORP, toma 1.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la primera toma de muestras, el análisis de ORP realizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 159.60 mV que corresponde al P2 y un valor máximo de 223.47 mV que corresponde al P6. El análisis de ORP presenta un promedio de 190.66 mV, los datos analizados no presentan moda.

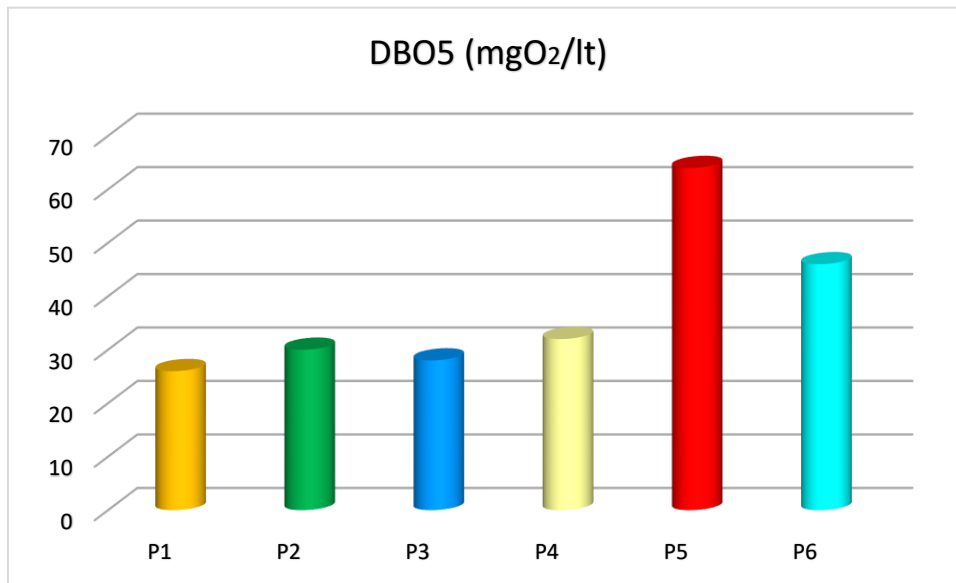


Figura 36: Presentación de datos de la DBO.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la primera toma de muestras, el análisis de la DBO5 realizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 26 mg O₂/lt que corresponde al P1 y un valor máximo de 64 mg O₂/lt que corresponde al P5. El análisis de la DBO5 presenta un promedio de 37.667 mg O₂/lt, los datos analizados no presentan moda.

4.2. Segunda toma de muestra y datos

- **Datos tomados en campo, fecha 18/06/2022**

Tabla 10: Ubicación de los puntos de muestreo – toma dos.

Muestras	Coordenadas
P1	(11°12'57''S 77°26'38''W) 506m
P2	(11°12'59''S 77°35'29''W) 509m
P3	(11°13'20''S 77°25'19''W) 507m
P4	(11°13'13''S 77°56'24''W) 503m
P5	(11°13'05''S 77°26'20''W) 503m
P6	(11°11'35''S 77°36'34''W) 505m

Nota. Fuente: Autoría propia - Google Earth

Tabla 11: Caracterización fisicoquímica – Toma dos.

Muestras	IN-SITU					
	T. Ambiente °C	Hora 24 horas	T. Muestra °C	OD mg/lt	pH acido-base	Turbidez NTU
P1	20.80	10.20	18.7	8.8	8.4	20.1
P2	19.5	10.47	19.9	8.9	8.6	12.3
P3	19.9	11.19	20.3	8.1	8.1	15.4
P4	20.1	11.33	20.5	8.5	8.5	15.7
P5	19.7	11.56	19.3	8.7	8.7	13.2
P6	20.5	12.21	19.6	8.4	7.4	14.9

Nota. Fuente: Autoría propia

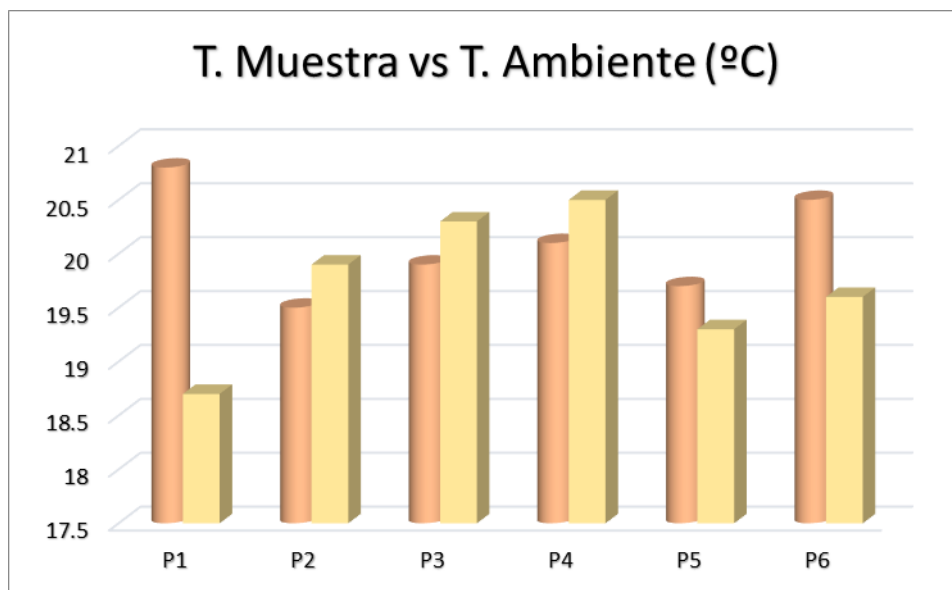


Figura 37: Presentación de datos T. Muestra vs T. ambiente, toma 2.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, la temperatura del ambiente presenta un valor mínimo de 19.5 °C que corresponde al P2 y un valor máximo de 20.8 °C que corresponde al P1. La temperatura promedio es de 20.08 °C, los datos recopilados no presentan moda.

Por otro lado, la temperatura de las muestras presenta un valor mínimo de 18.7 °C que corresponde al P1 y un valor máximo de 20.5 °C que corresponde al P4. La temperatura promedio es de 19.72 °C, los datos recopilados no presentan moda.

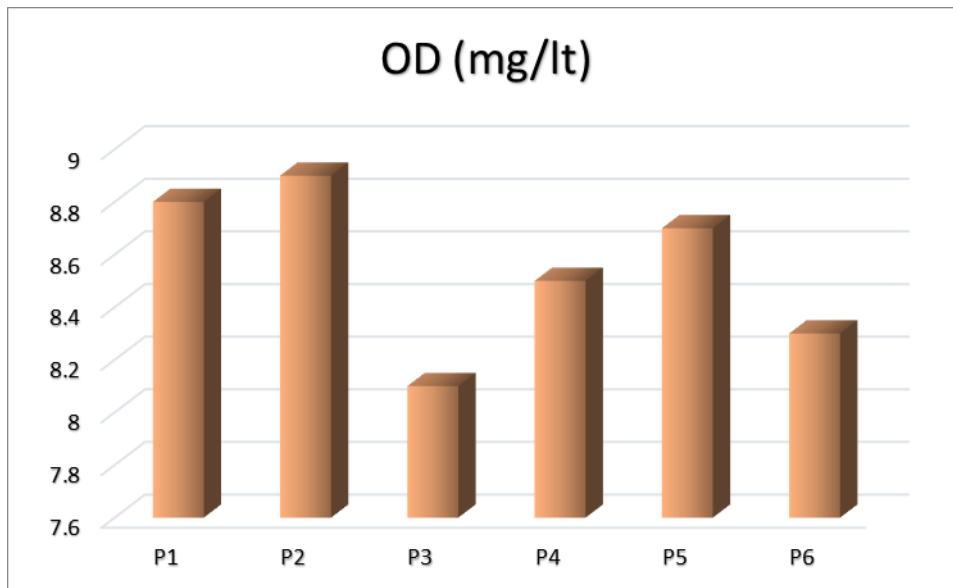


Figura 38: Presentación de datos de OD, toma 2.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, el OD presenta un valor mínimo de 8.1 mg/lit que corresponde al P3 y un valor máximo de 8.9 mg/lit que corresponde al P2. La cantidad promedio de OD es de 8.55 mg/lit, los datos recopilados no presentan moda.

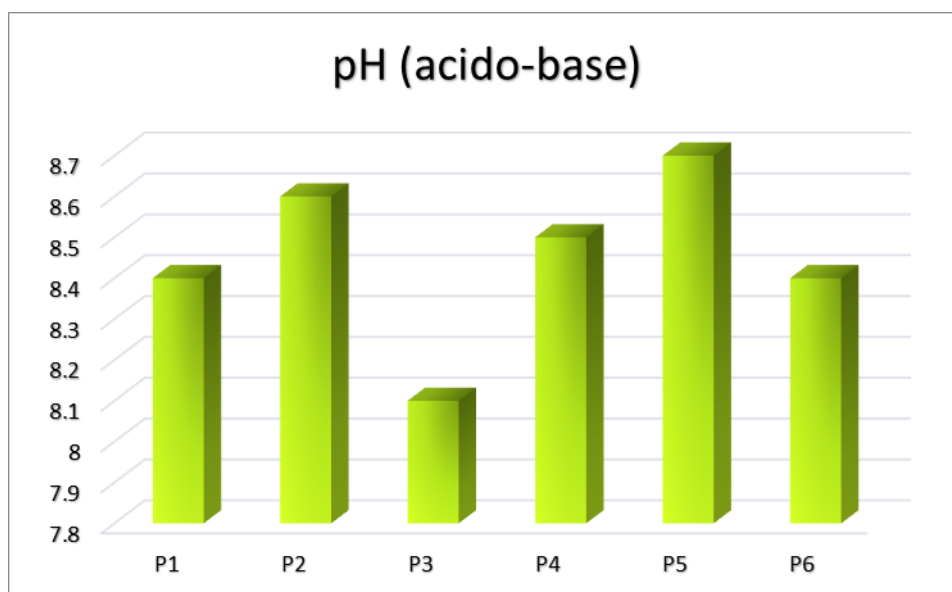


Figura 39: Presentación de datos del pH, toma 2.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la segunda toma de muestras, el pH presenta un valor mínimo de 8.1 que corresponde al P3 y un valor máximo de 8.9 que corresponde al P2. El pH promedio es de 8.45, los datos no presentan moda.

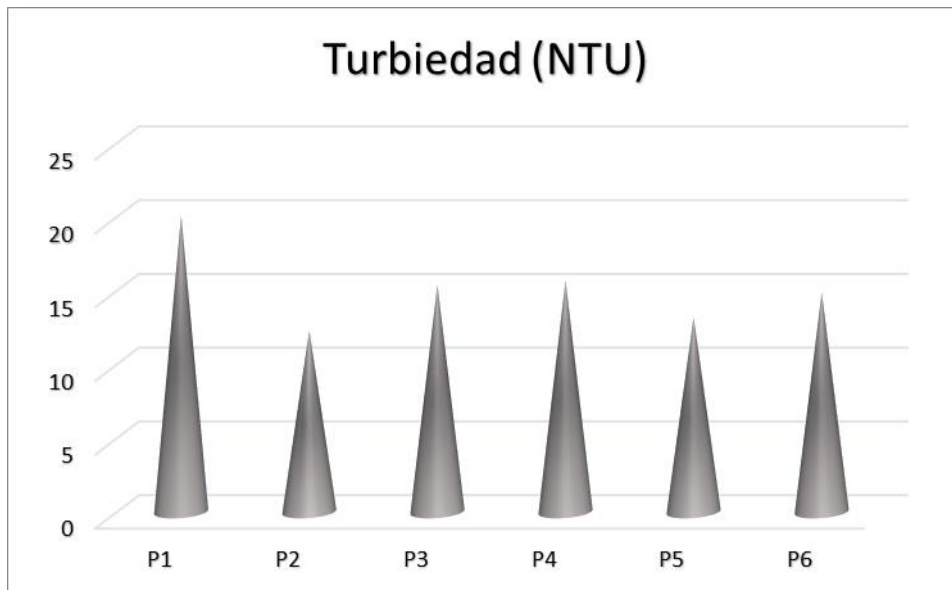


Figura 40: Presentación de datos de la turbidez, toma 2.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, la turbiedad presenta un valor mínimo de 12.3 NTU que corresponde al P2 y un valor máximo de 20.1 NTU que corresponde al P1. La turbiedad promedio es de 15.26 NTU, los datos no presentan moda.

- **Datos tomados en campo, fecha 18/06/2022**

Tabla 12: Caracterización fisicoquímica – Toma dos.

Muestras	Temp. °C	Conductividad ms	EX-SITU			
			STD ppm	ORP mV	pH acido-base	DBO5
P1	21.8	6.40	3.22	197.80	8.5	32
P2	23.1	6.37	3.40	158.50	8.6	29
P3	19.9	7.12	3.13	178.80	7.9	18
P4	21.9	76.65	4.57	177.30	8.5	36
P5	21.1	7.81	3.39	169.70	8.3	17
P6	19.5	6.93	3.53	159.40	8.4	24

Nota. Fuente: Autoría propia.

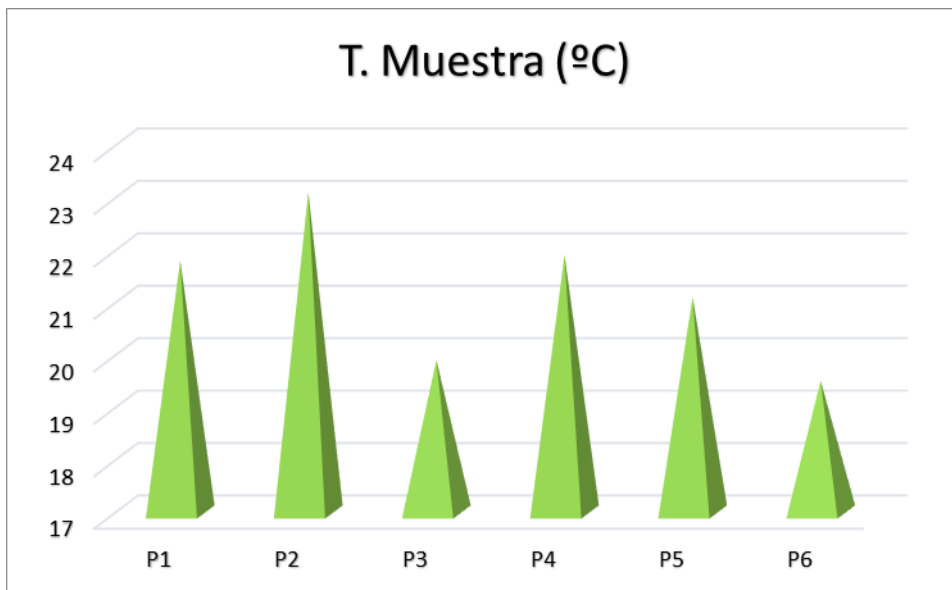


Figura 41: Presentación de datos T. Muestra, toma 2.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, la temperatura de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 19.5 °C que corresponde al P6 y un valor máximo de 23.1 °C que corresponde al P2. La temperatura promedio es de 20.45 °C, los datos analizados no presentan moda.



Figura 42: Presentación de datos de la conductividad, toma 2.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, la conductividad de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 6.37 mS que corresponde al P2 y un valor máximo de 7.81 mS que corresponde al P5. La conductividad promedio es de 6.88 mS, los datos analizados no presentan moda.

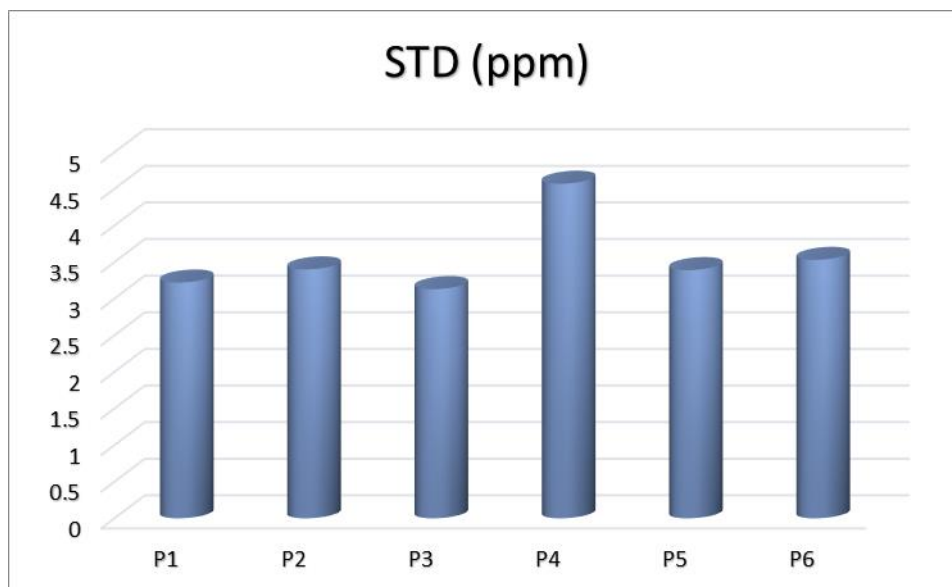


Figura 43: Presentación de datos de los STD, toma 2.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la segunda toma de muestras, los STD de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 3.13 ppm que corresponde al P3 y un valor máximo de 4.57 ppm que corresponde al P4. La conductividad promedio es de 88 mS, los datos analizados no presentan moda

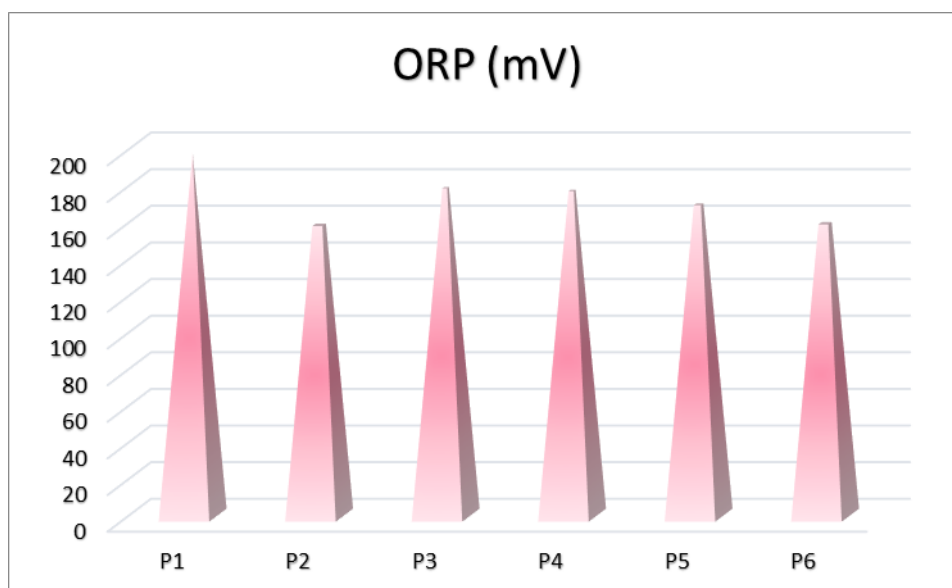


Figura 44: Presentación de datos del ORP, toma 2.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, el análisis de ORP realizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 158.5 mV que corresponde al P2 y un valor máximo de 197.8 mV que corresponde al P1. El análisis de ORP presenta un promedio de 173.58 mV, los datos analizados no presentan moda.

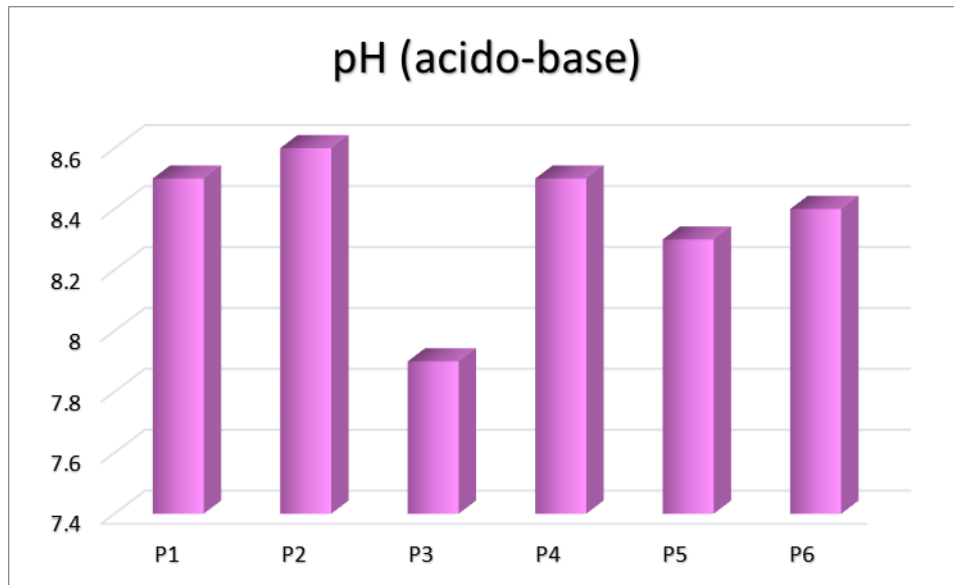


Figura 45: Presentación de datos del pH, toma 2.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la segunda toma de muestras, el pH analizado en el laboratorio presenta un valor mínimo de 7.9 que corresponde al P3 y un valor máximo de 8.6 que corresponde al P2. El pH promedio es de 8.37, los datos presentan una moda igual a 8.5.

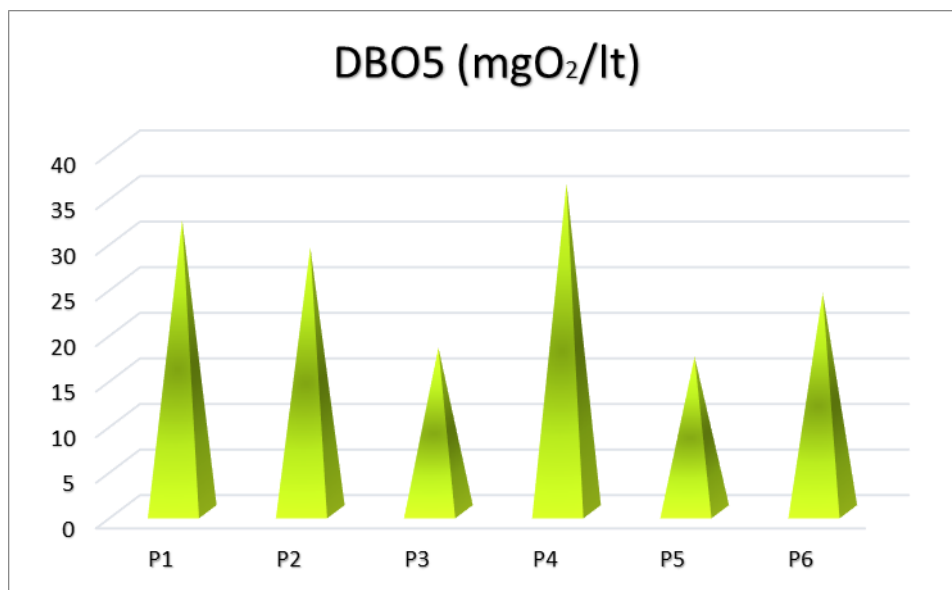


Figura 46: Presentación de datos de la DBO, toma 2.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la primera toma de muestras, el análisis de la DBO5 realizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 17 mg O₂/lt que corresponde al P5 y un valor máximo de 36 mg O₂/lt que corresponde al P2. El análisis de la DBO5 presenta un promedio de 26 mg O₂/lt, los datos analizados no presentan moda.

4.3. Tercera toma de muestras y datos

- **Datos tomados en campo, fecha 07/07/2022**

Tabla 13: Ubicación de los puntos de muestreo – toma tres.

Muestras	Coordenadas
P1	(11°12'57''S 77°36'28''W) 507m
P2	(11°12'59''S 77°36'25''W) 504m
P3	(11°13'20''S 77°35'49''W) 502m
P4	(11°13'13''S 77°36'14''W) 504m
P5	(11°13'05''S 77°36'20''W) 505m
P6	(11°11'35''S 77°35'34''W) 505m

Nota. Fuente: Autoría propia - Google Earth

Tabla 14: Caracterización fisicoquímica – Toma tres.

Muestras	IN-SITU					
	T. Ambiente °C	Hora 24 horas	T. Muestra °C	OD mg/lt	pH acido-base	Turbidez NTU
P1	20.80	10.42	18.50	8.10	8.20	11.90
P2	20.70	10.44	19.10	8.70	8.30	12.80
P3	21.40	10.46	20.20	8.80	8.40	14.40
P4	20.00	10.47	20.20	8.40	8.60	33.20
P5	21.30	10.49	20.80	8.80	8.50	17.00
P6	18.80	10.50	19.20	5.70	7.60	0.70

Nota. Fuente: Autoría propia

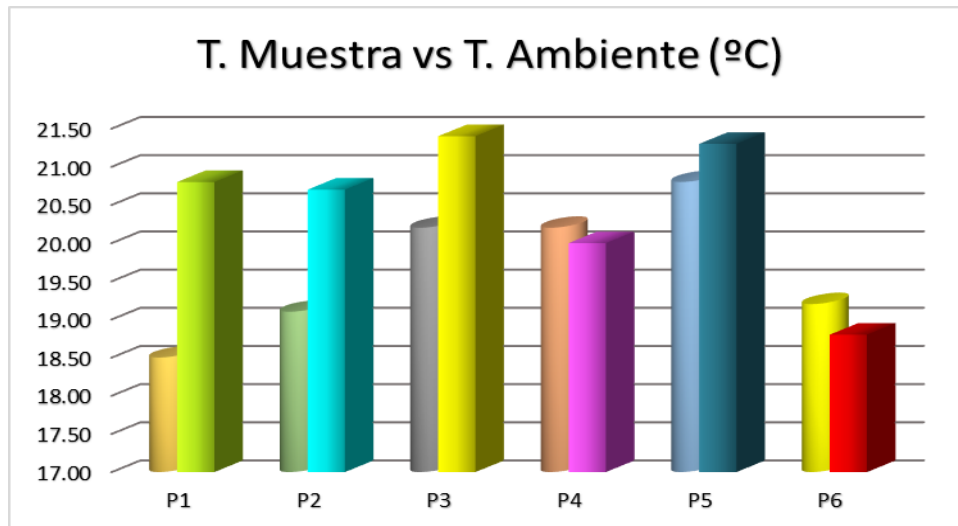


Figura 47: Presentación de datos T. Muestra vs T. ambiente, toma 3.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, la temperatura del ambiente presenta un valor mínimo de 18.8 °C que corresponde al P6 y un valor máximo de 21.4 °C que corresponde al P3. La temperatura promedio es de 20.5 °C, los datos recopilados no presentan moda.

Por otro lado, la temperatura de las muestras presenta un valor mínimo de 18.5 °C que corresponde al P1 y un valor máximo de 20.8 °C que corresponde al P5. La temperatura promedio es de 19.667 °C, los datos recopilados presentan una moda con valor de 20.2 °C.

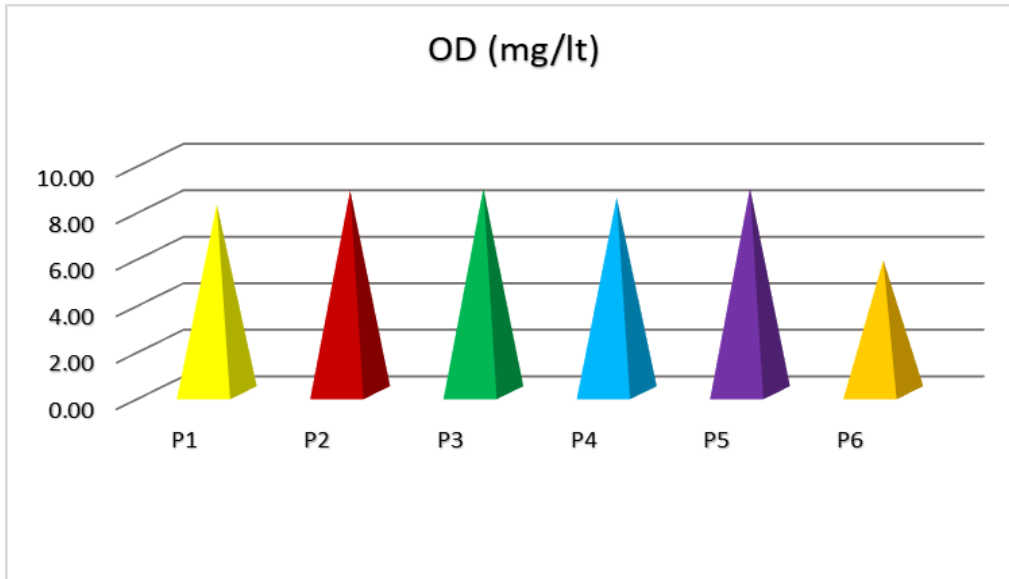


Figura 48: Presentación de datos de OD, toma 3.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, el OD presenta un valor mínimo de 5.7mg/lit que corresponde al P6 y un valor máximo de 8.8mg/lit que corresponde al P3. La cantidad promedio de OD es de 8.083 mg/lit y la moda presenta un valor de 8.8 mg/lit (con dos coincidencias).

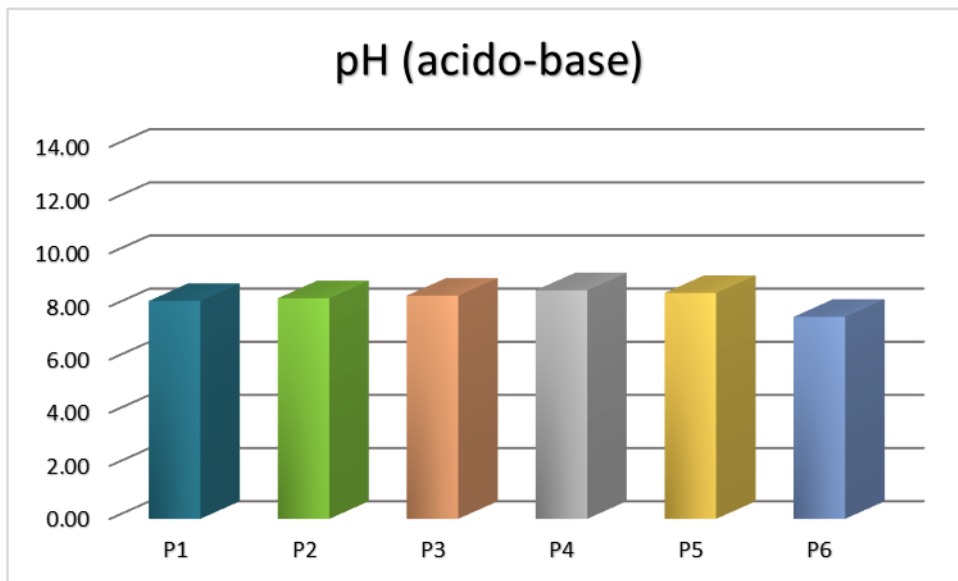


Figura 49: Presentación de datos del pH, toma 3.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, el pH presenta un valor mínimo de 7.6 que corresponde al P6 y un valor máximo de 8.6 que corresponde al P4. El pH promedio es de 8.267, los datos no presentan moda.

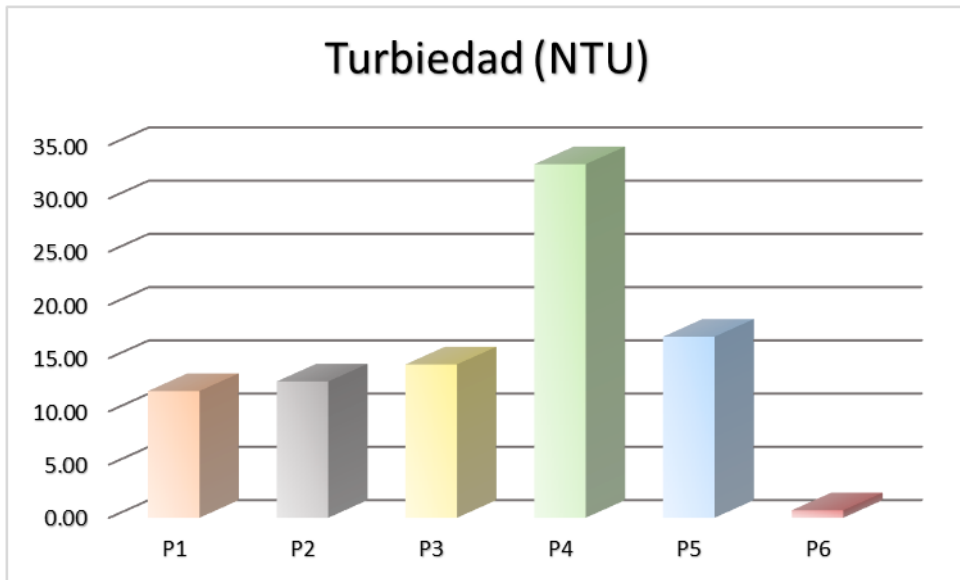


Figura 50: Presentación de datos de la turbidez, toma 3.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, la turbiedad presenta un valor mínimo de 0.7 NTU que corresponde al P6 y un valor máximo de 33.2 NTU que corresponde al P4. La turbiedad promedio es de 15 NTU, los datos no presentan moda.

- **Datos tomados en el laboratorio, fecha 07/07/2022**

Tabla 15: Caracterización fisicoquímica – Toma tres.

Muestras	Temp. °C	Conductividad ms	EX-SITU			DBO5
			STD ppm	ORP mV	pH acido-base	
P1	22.70	6.37	3.20	158.80	8.34	
P2	21.50	6.12	3.06	158.50	8.20	
P3	21.50	8.14	4.03	181.80	8.30	
P4	21.60	7.72	3.83	178.80	8.50	
P5	28.80	6.93	3.47	197.70	8.56	
P6	20.90	3.95	1.98	237.80	7.69	

Nota. Fuente: Autoría propia

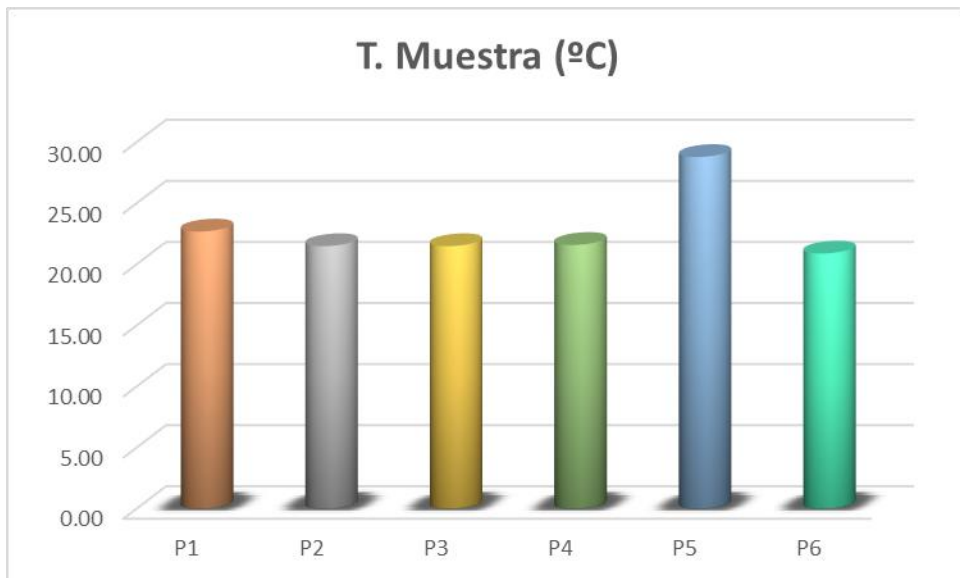


Figura 51: Presentación de datos T. Muestra, toma 3.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, la temperatura de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 20.9 °C que corresponde al P6 y un valor máximo de 28.8 °C que corresponde al P5. La temperatura promedio es de 20.833 °C, la moda de los datos tiene un valor de 21.5 °C.

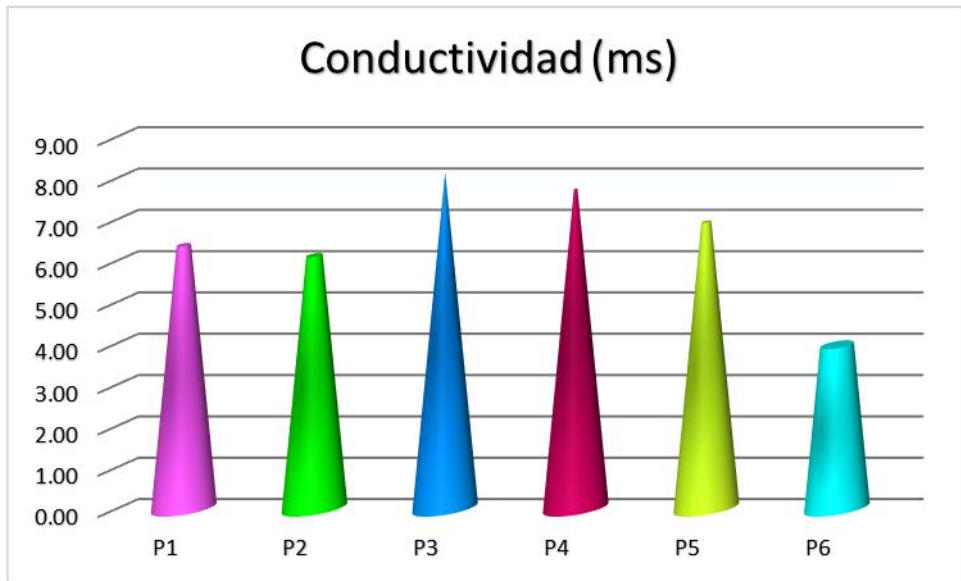


Figura 52: Presentación de datos de la conductividad, toma 3.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, la conductividad de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 3.95 mS que corresponde al P6 y un valor máximo de 8.14 mS que corresponde al P3. La conductividad promedio es de 6.538 mS, los datos analizados no presentan moda.

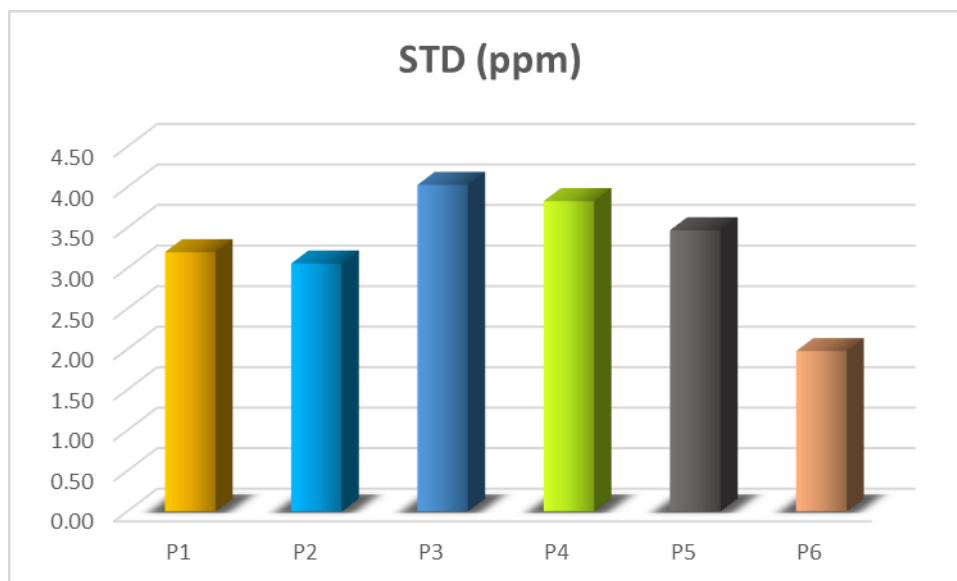


Figura 53: Presentación de datos de los STD, toma 3.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, los STD de las muestras analizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 1.98 ppm que corresponde al P6 y un valor máximo de 4.03 ppm que corresponde al P3. La conductividad promedio es de 6.538 mS, los datos analizados no presentan moda.

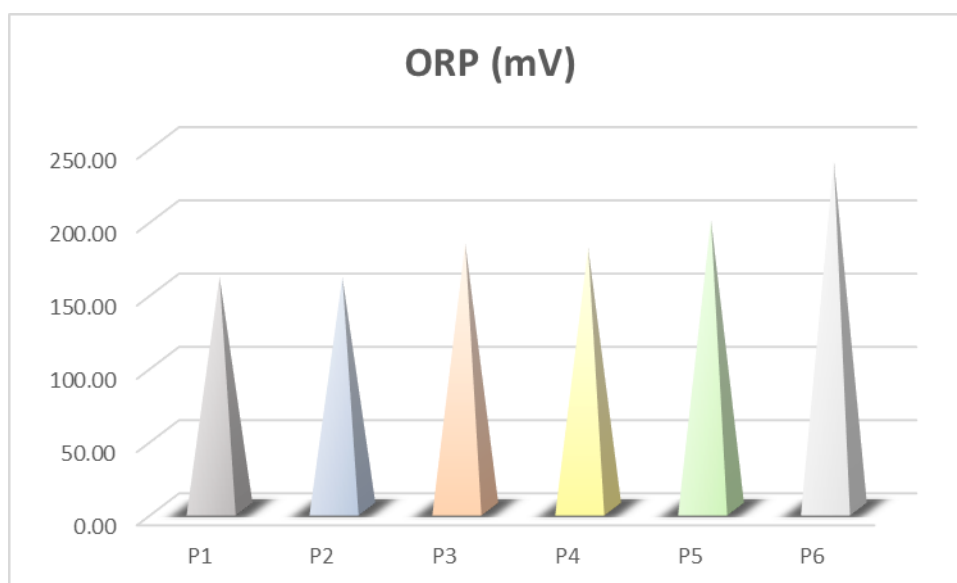


Figura 54: Presentación de datos del ORP, toma 3.
 Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, el análisis de ORP realizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 158.5 mV que corresponde al P2 y un valor máximo de 237.80 mV que corresponde al P6. El análisis de ORP presenta un promedio de 185.567 mV, los datos analizados no presentan moda.

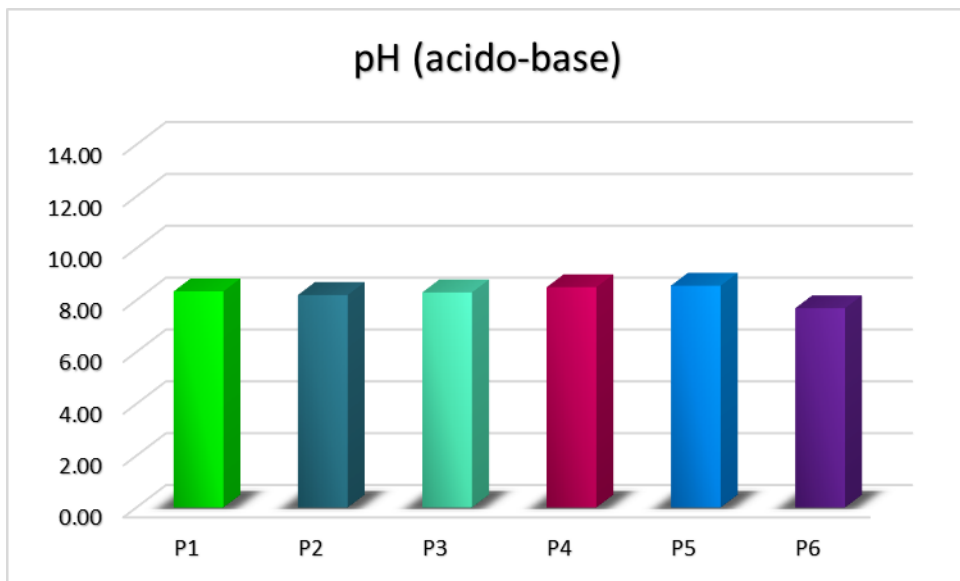


Figura 55: Presentación de datos del pH, toma 3.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación:

En la tercera toma de muestras, el pH analizado en el laboratorio presenta un valor mínimo de 7.69 que corresponde al P6 y un valor máximo de 8.56 que corresponde al P5. El pH promedio es de 8.265, los datos no presentan moda.

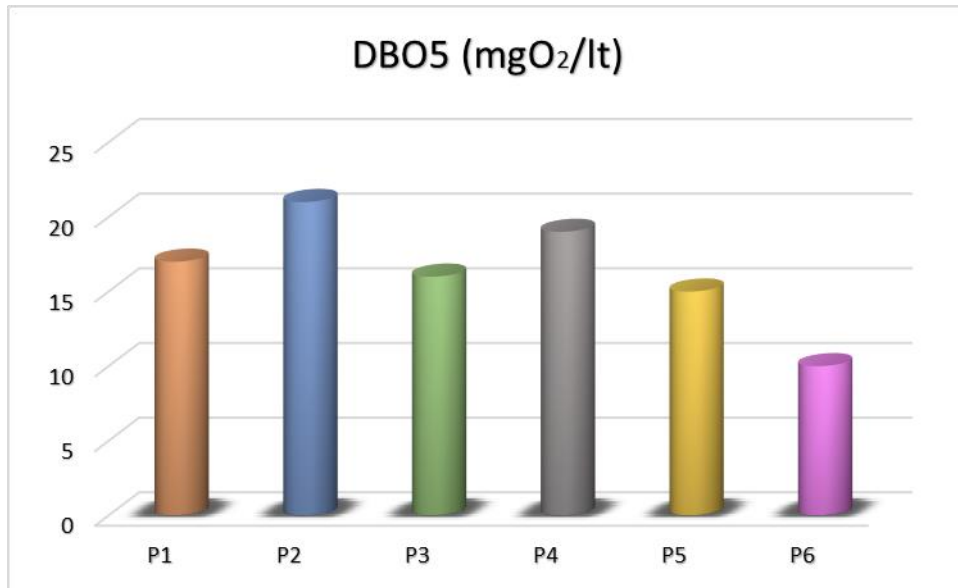


Figura 56: Presentación de datos de la DBO, toma 3.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Interpretación

En la tercera toma de muestras, el análisis de la DBO5 realizadas en el laboratorio presenta un valor mínimo de 10 mg O₂/lt que corresponde al P6 y un valor máximo de 21 mg O₂/lt que corresponde al P2. El análisis de la DBO5 presenta un promedio de 16.333 mg O₂/lt, los datos analizados no presentan moda.

CAPITULO V. DISCUSIONES

4.1 Conductividad

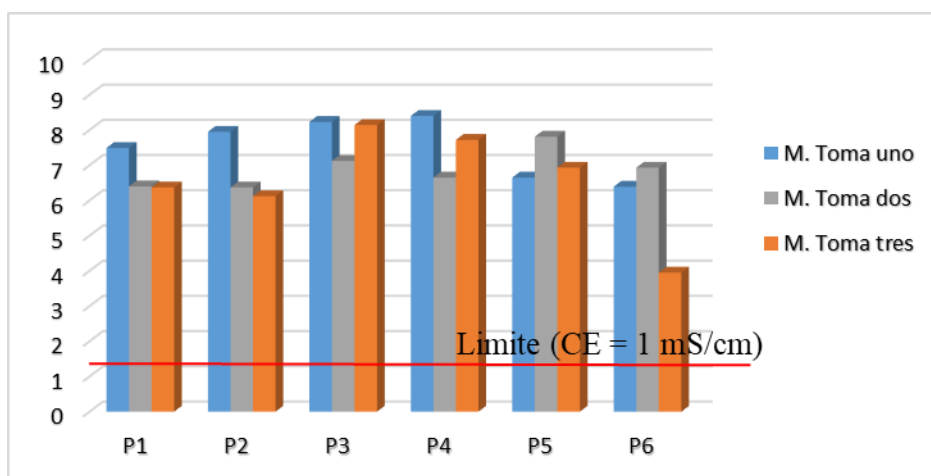


Figura 57: Análisis de los valores de la conductividad con los ECAs.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Las aguas de la laguna el “Paraíso”, presenta valores mínimos de conductividad de 6.39 mS/cm, 6.37 mS/cm y 3.95 mS/cm; en la toma de muestras uno, dos y tres respectivamente, estos valores están por encima de los límites, de acuerdo a la normativa de los ECAs para el agua. El DS N° 004-2017-MINAM nos dice que los lagos y lagunas deben presentar valores de conductividad superiores a 1 mS/cm.

4.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno

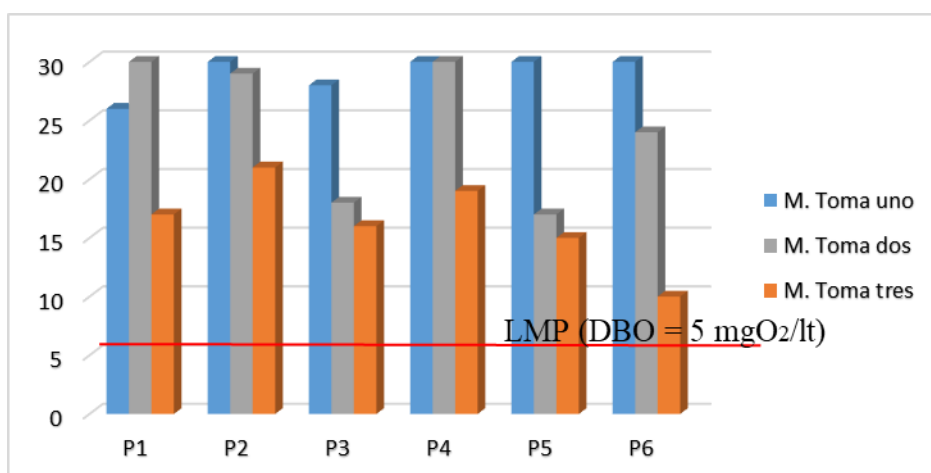


Figura 58: Análisis de los valores de la DBO con los ECAs.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Las aguas de la laguna el “Paraíso”, presentan valores mínimos de DBO de 26 mgO₂/lt, 17 mg O₂/lt y 10 mg O₂/lt, en la toma de muestras uno, dos y tres respectivamente, estos valores están por encima de los límites, de acuerdo a la normativa de los ECAs para el agua. El DS N° 004-2017-MINAM nos dice que los lagos y lagunas deben presentar una DBO superior a 25mg O₂/lt.

4.3 Oxígeno Disuelto

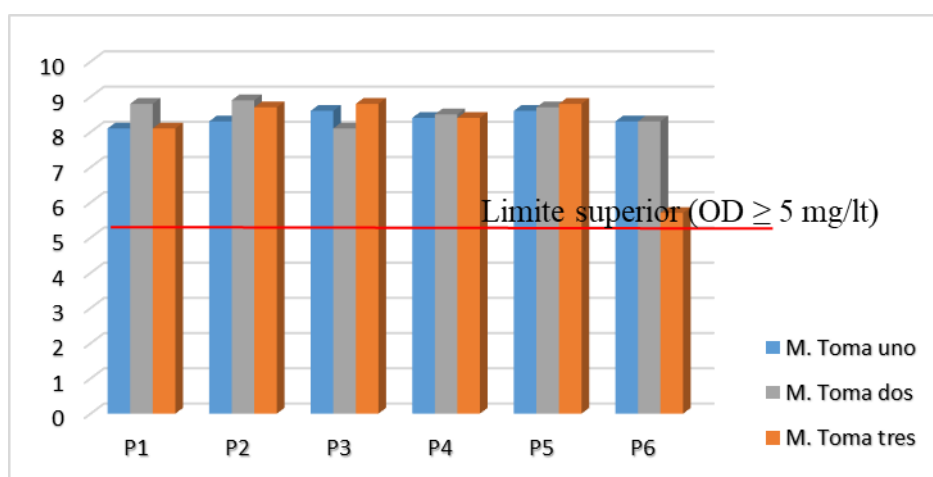


Figura 59: Análisis de los valores de la DBO con los ECAs.
Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Las aguas de la laguna el “Paraíso”, presentan valores mínimos de OD en 8.1 mg/l, 8.1 mg/l y 5.7 mg/l, en la toma de muestras uno, dos y tres respectivamente, estos valores están por encima de los límites, de acuerdo a la normativa de los ECAs para el agua. El DS N° 004-2017-MINAM nos dice que los lagos y lagunas deben presentar una concentración OD superior a 5mg/l.

4.4 Potencial de Hidrógeno

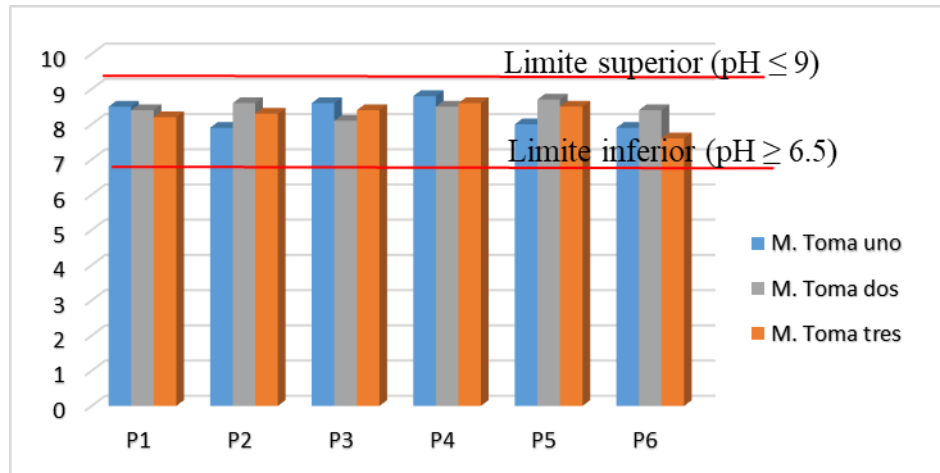


Figura 60: Análisis de los valores del pH con los ECAs.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Las aguas de la laguna el “Paraíso”, presentan valores en un rango (mín., máx.) de pH en 8.1-8.6, 8.1-8.7 y 7.6-8.6; en la toma de muestras uno, dos y tres respectivamente, estos valores están dentro del rango, de acuerdo a la normativa de los ECAs para el agua. El DS N° 004-2017-MINAM nos dice que los lagos y lagunas deben presentar, pH con un valor mínimo de 6.5 y máximo de 9.0.

4.5 Sólidos Totales Disueltos

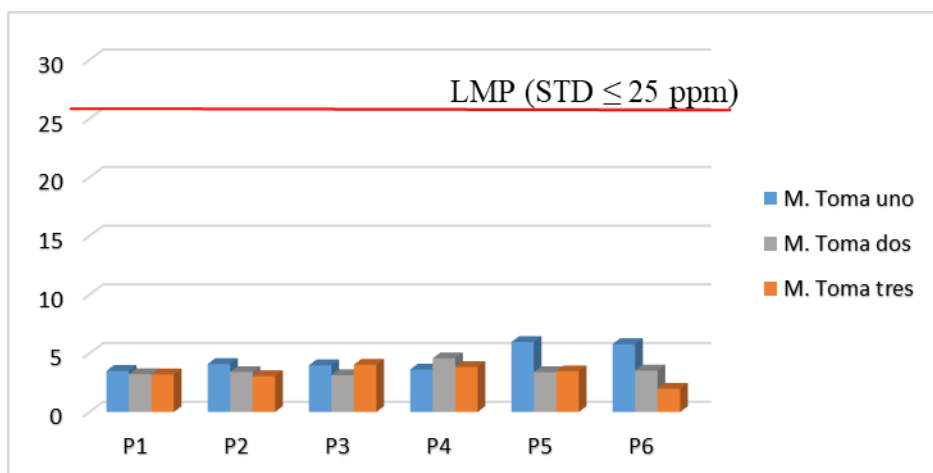


Figura 61: Análisis de los valores de los STD con los ECAs.

Nota. Fuente: Autoría propia-Excel

Los STD de las aguas de la laguna el “Paraíso”, presentan unos valores máximos de 5.96 ppm, 4.57 ppm y 4.03 ppm, en la toma de muestras uno, dos y tres respectivamente, estos valores están por debajo de los límites, de acuerdo a la normativa de los ECAs para el agua. El DS N° 004-2017-MINAM nos dice que los lagos y lagunas deben presentar un valor de STD menor a 25 ppm.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La investigación que se llevó a cabo, está relacionada con la medición de los parámetros fisicoquímicos, en las cuales se determinó que las aguas de la laguna el Paraíso se encuentran dentro de los estándares de calidad, debido a que la conductividad presenta un valor mínimo de 3.95 mS/cm la cual está por encima de 1 mS/cm que es un valor estipulado en los ECAs; por otro lado, la medición de la DBO arroja un valor mínimo de 10 mgO₂/lt lo cual está por encima de 5 mgO₂/lt que es un valor estipulado en los ECAs, en la medición del OD el valor mínimo hallado es 5.7 mg/ lt la cual está por encima de 5 mg/ lt que es un valor estipulado en los ECAs; los valores de pH hallado en el análisis de las muestras un valor mínimo de 7.6 y un valor máximo de 8.6 las cuales están dentro del rango $6.5 \leq \text{pH} \leq 9.0$ que es un valor estipulado en los ECAs y por último, la medición de los STD en las muestras presentan un valor máximo de 5.96 ppm la cual está por debajo de 25 ppm que es un valor estipulado en los ECAs.

Los análisis de las diferentes muestras recolectadas, muestran que las aguas de la laguna el “Paraíso” cumplen con los estándares de calidad, es por ello que también se observa que la laguna ostenta vida silvestre, donde muchas aves y peces se desarrollan.

Las aguas de la laguna el “Paraíso” no son usadas para ningún tipo de actividad humana, tampoco tiene vertientes de aguas contaminadas en todo su litoral, la cual es una razón por la que sus aguas albergan vida de flora y fauna.

6.1 Recomendaciones

Los datos deben ser comparados con ECAs internacionales, donde se estipulen valores cualitativos (poco contaminado, contaminado, muy contaminado) para la determinación del estado en la que se encuentran las aguas analizadas.

Se debe realizar estudios donde se abarque también la caracterización microbiológica de las aguas de la laguna. Esto principalmente a que se observa que las aguas de la laguna se están tornando de color verde.

Las autoridades competentes, deben velar por la integridad de la laguna el “Paraíso” debido a que sus aguas están en peligro de ser contaminadas, la actividad humana esta hace que sus aguas se este llenando restos de basura (llantas, bolsas, botellas, etc.) a esto se le suma una gran amenaza de formación de nuevos pueblos a sus alrededores.

Se debe impulsar un turismo ecológico, con la finalidad de explotar el recurso natural. Dándole un enfoque ambiental, cultivando los valores de responsabilidad, cuidar y amara a la madre naturaleza.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva Pinedo, L. J. (2018). *Determinación de la calidad del agua de la laguna Azul de sauce para su uso según estándares de calidad ambiental (ECAS) [Titulación]*. Universidad Nacional de San Martín.

Aquino Espinoza, P. (2017). *Calidad del agua en el Perú* (D. Villena Delgado & V. Cueto La Rosa, Eds.; DAR). Derecho, Ambiente y Recursos Naturales.

Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos*. Ministerio de Agricultura, Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos. Lima: ANA

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad dlos recursos hídricos superficiales* . Ministerio de agricultura. Lima: ANA.

Brito Galarza, G. E. (2019). *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las aguas de la laguna de Limpiopungo de la zona central del Ecuador*.

García Quevedo, T. V. (2012). *Propuesta de índice de calidad de agua para ecosistemas hídricos de Chile*.

Huamancayo Garcia, G. L. (2019). *Parámetros fisicoquímicos del agua de la lagua de los Milagros del distrito de Pueblo Nuevo*. [Practicas Preprofesionales]. Universidad Agraria de la Selva.

Lozano et al, A. C. (2017). Evaluación de la producción científica de sustentabilidad ambiental en un centro público de investigación (cpi) del Conacyt (1982-2012). *Revista de la Educación Superior*, 46(182), 89-112. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resu.2017.04.002>

Ministerio de Salud. (2011). *Procedimiento de Toma de Muestra del Agua de Mar en Playas de Baño y Recreación*. Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental . Lima : MINSA. Obtenido de <http://www.minsa.gob.pe/bvsminsa.asp>

Riofrío et al, J. (07-12 de 2003). Caracterización limnológica de la laguna de Cashibococha (Ucayali-Perú) durante el año 2001. *Revista Peruana de Biología*, 10(2), 183-194. Obtenido de <http://www.unmsm.edu.pe/biologia/index2.html>

Romero Rojas, J. A. (2005). *Calidad del Agua* (C. Salazar Perdomo, J. Cañas Sepúlveda, & L. Fernanda Manrique, Eds.; 2da Edición). Escuela Colombiana de Ingeniería.

Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua, evolución y diagnóstico* (L. D. López Escobar, Ed.; 1era edición). López Escobar, Leonardo David.

ANEXOS

Anexo 01: Conservación del medio acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Laguna y lagos
FÍSICOS – QUÍMICOS		
Conductividad	(μ S/cm)	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25
Temperatura	$^{\circ}$ C	$\Delta 3$

Fuente: MINAM


Nota:

$\Delta 3$: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Anexo 02: Decretos Supremo N° 004-2017-MINAM

10

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 /  El Peruano

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos



Resolución Ministerial

Lima, 16 de Julio del 2010

Visto el Expediente N° 10-016620-001, que contiene los Informes N° 00733-2010/DEPA/DIGESA y N° 1676-2010/DEPA/DIGESA, de la Dirección General de Salud Ambiental y el Informe N° 506-2010-OGAJ/MINSA, de la Oficina General de Asesoría Jurídica del Ministerio de Salud;

CONSIDERANDO:



M. Arce R.

Que, el literal a) del artículo 25° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud, establece que la Dirección General de Salud Ambiental es el órgano técnico normativo en los procesos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y protección del ambiente, señalando además en el literal b) que la referida Dirección norma y evalúa el Proceso de Salud Ambiental en el Sector;

Que, en ese mismo sentido, el artículo 48° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2006-SA, señala que la Dirección General de Salud Ambiental es el órgano técnico normativo en los aspectos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y protección del ambiente;



E. Cruz G.

Que, mediante los documentos del visto, la Dirección General de Salud Ambiental remite para su aprobación el proyecto de Guía Técnica: "Procedimiento de Toma de Muestra del Agua de Mar en Playas de Baño y Recreación", cuya finalidad es estandarizar la técnica para el procedimiento de toma de muestra del agua de mar en las playas destinadas al baño y recreación;



N. Olivera A.

Estando a lo propuesto por la Dirección General de Salud Ambiental;

Con el visado del Director General de la Dirección General de Salud Ambiental, del Director General de la Oficina General de Asesoría Jurídica, y del Viceministro de Salud;



D. León Ch.

De conformidad con lo dispuesto el literal f) del artículo 8° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud;