ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MUESTREO SIMPLE, LAGUNA ANTIHUALA OTOÑO- 2018

JUAN SEBASTIAN MANRIQUE PINZÓN
20161081039

TRABAJO DE GRADO

DIRECTORA
VILMA HERNÁNDEZ MONTAÑA
INGENIERA QUÍMICA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
TECNOLOGÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y SERVICIOS PÚBLICOS

BOGOTÁ, D.C.
2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

JURADO

_____

_____

JURADO

_____

_____

BOGOTÁ, D.C., 2019

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas UDFJC, a la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales y al proyecto curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos; por ser un espacio de conocimiento y desarrollo científico, por brindarle a los estudiantes capacidades y habilidades de fundamental ejercicio en la construcción de sociedad; por representar los ideales de la academia y el saber al servicio del pueblo.

Al Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico CIDC, por fomentar en los estudiantes el ejercicio de la investigación, por gestionar eventos nacionales e internacionales al alcance se los semilleros; por su continuo fortalecimiento de la identidad científica de la Universidad Distrital.

Al Centro de Relaciones Interinstitucionales CERI, que me permitió participar en convocatoria y beneficio de movilidad académica en modalidad de semestre en el exterior.

A la Universidad Católica de la Santísima Concepción USCS, a la Facultad de Ciencias y al programa de Química Ambiental por abrirme sus puertas en la ciudad de Concepción, Chile y permitirme desarrollar actividades de investigación conjunta.

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se pretende dar a conocer un proyecto de investigación en relación al análisis de algunas variables de orden físico y químico de la Laguna Antihuala en otoño del 2018, simultáneamente el trabajo de grado se presenta en modalidad de Investigación – Innovación, y como el primer trabajo de grado desarrollado en el exterior del pregrado TGASP, teniendo en cuenta que hace parte de una serie de programas de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, en relación y cumplimiento a compromisos de Aprendizaje de Servicio con el que cuenta el ramo de Fundamentos de Oceanografía y Limnología el cual cursé durante el semestre 2018-1 en beneficio del programa de Movilidad Académica del Centro de Relaciones Interinstitucionales de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

El propósito de la investigación desarrollada conjuntamente con el investigador Sergio Contreras, otros investigadores de la UCSC, y la comunidad Antihuala, es desarrollar una Línea Base que describa variables físicas y químicas de la Laguna Antihuala (Álamos, Bio Bio), dichas variables serán determinadas con el apoyo de trabajo en campo, muestreo insitu y practicas de laboratorio. Donde se pretende exponer, además de otras variables, el comportamiento acido, turbiedad, conductividad, temperatura, nitritos, profundidad, otros; y soportadas por diferentes metodologías e instrumentos de medición.

El desarrollo de la investigación se dará en tres puntos diferentes y estratégicos de la laguna, se tomarán las variables, se recogerán las muestras y se dará un análisis final que será expuesto al Liceo Orlando Delgado Zúñiga y colegas de la Facultas de Ciencias.

Palabras Clave: Muestreo, Limnología, Aprendizaje y Servicio, Laboratorio.

ABSTRACT

In the present work of degree aims to publicize a research project in relation to the analysis of some variables of physical and chemical order of the Laguna Antihuala in the fall of 2018, simultaneously the work of degree is presented in the Research - Innovation modality, and as the first graduate work developed outside the undergraduate TGASP, bearing in mind that it is part of a series of research programs of the Faculty of Sciences of the Catholic University of the Most Holy Conception, in relation and compliance with commitments of Learning of Service with the account of the Fundamentals of Oceanography and Limnology, which I studied during the 2018-1 semester in benefit of the Academic Mobility program of the Inter-Institutional Relations Center of the Francisco Jose de Caldas District University.

The purpose of the research developed jointly with the researcher Sergio Contreras, other UCSC researchers, and the Antihuala community, is to develop a Baseline that describes physical and chemical variables of the Antihuala Lagoon (Alamos, Bio Bio), these variables will be determined with the support of field work, in situ sampling and laboratory practices. Where it is intended to expose, in addition to other variables, acid behavior, turbidity, conductivity, temperature, nitrites, depth, others; and supported by different methodologies and measurement instruments.

The development of the research will take place in three different and strategic points of the lagoon, the variables will be taken, the samples will be collected and a final analysis will be given to the Orlando Delgado Zúñiga High School and colleagues of the Faculty of Sciences.

Key Words: Sampling, Limnology, Learning and Service, Laboratory.

INTRODUCCIÓN

Antihuala |1|, es una localidad que pertenece a la comunidad de Los Álamos, en la Provincia de Arauco, en la Región del Bio Bio, Chile. (Ocampo, 2013) La laguna Antihuala es un componente esencial del ambiente en la comunidad de estudio puesto que el agua se considera un factor principal natural que controla el estatus de salud tanto en humanos como en la biota en general (Kazi et al. 2009). Como se puede evidenciar en la Imagen 1, la laguna es cercana a la cabecera rural de la comunidad. Ver Ilustración 1.



Ilustración 1: Localización Satelital Laguna Antihuala. Google Earth., 2018, el autor.

La laguna en cuestión se ubica a unos 12 km al sur de Los Álamos, junto a la localidad del mismo nombre, y a menos de 1 km del cruce de la carretera Concepción-Cañete. (Ribera, 2013)

1. *Antihuala/*
   Del lenguaje mapudungun, mapuche o araucano: "Antü" Sol y "Wala" Ave acuática en sus inicios la comunidad se denominaba Antiguala, posteriormente la <g> fue cambiada por la <h>(Alcaldía Bio Bio ,2014)

Esta laguna tiene un largo de 600 m y un ancho de unos 100 m.aprox. Su mayor profundidad es de 6 m según algunos de los habitantes de la región. Su ubicación geográfica exacta es a 37º 40' 19'' latitud sur, 73º 24' 49'' longitud oeste y a una altitud de 110 m.s.n.m., hasta el año 2001 era prácticamente desconocida para los habitantes de la comuna; hoy se puede disfrutar de la flora y fauna de este atractivo natural, hacer picnic, fotografía o deportes náuticos sin motor y otras actividades importantes para el desarrollo cultural de la comunidad.

Adentrándonos un poco en las características hidrográficas del lugar de estudio, encontramos sistemas lénticos denominados, "ponds" y/o lagos urbanos, pueden ser de origen tectónico o glacial, de pequeño tamaño (con una superficie <10 km^2) y escasa profundidad promedio (<5 m) (Brich & McCaskie, 1999; Novoa et al., 2006)

Estos lagos constituyen un importante elemento paisajístico en las comunidades, incrementan la calidad de vida de los habitantes y prestan diferentes servicios ecosistémicos como regular el clima, servir de sumideros de aguas lluvias, zonas de pesca y acuicultura, así como fuentes de agua potable y hábitat para una variedad de especies de flora y fauna. |2|.

Debido a que en territorio cercano a la cuenca de la laguna se desarrollan actividades antrópicas, los problemas ambientales que le afectan y hacen vulnerables a cambios en el litoral son la columna de agua y los sedimentos. (Barica, 1992). Principalmente, la calidad del agua se ve afectada a través de la acumulación de nutrientes y otros contaminantes, por lo que el objetivo de este estudio es evaluar el nivel de eutrofización y el comportamiento físico químico y biológico de la laguna Antihuala|3|

2. *Kung & Ying, 1991 /*
También proporcionan otros beneficios para la sociedad, entre los que se incluyen valores recreacionales y culturales, además de aportar plusvalía a sectores aledaños y a la ciudad. Por lo anterior, la presencia de lagos en las ciudades hoy se considera un indicador de sustentabilidad y de salud de la ciudad. En el caso de Antihuala también se consideran actividades deportivas y turísticas.

3. *Eutrofización/*
El nivel de eutrofización del lago se puede medir dependiendo de la concentración de nutrientes en el cuerpo de agua y sedimento. (Jiménez, 2000)

Se analizará de esta manera el nivel de contaminación asociado con material alóctono y/o autóctono en la laguna, esto genera la necesidad de evaluar los caudales de entrada y de salida |4| y de idear una metodología para proporcionar datos de la calidad del agua en tres estaciones de la laguna y así, poder evaluar y analizar el comportamiento físico químico que se produce en la misma. Esta información permitirá a futuro prevenir o aminorar modificaciones graves en este ecosistema.

La importancia de esta investigación es significativa, porque adicionalmente, sería útil para evaluar y comparar otras lagunas, y el comportamiento de la misma en próximos muestreos y servirá de base para cualquier intervención al cuerpo de agua.

En ese sentido, se requieren muestreos y análisis que ayuden a una fácil interpretación para que los estudiantes puedan comunicar a la sociedad el estado que guarda el recurso.

4. *Material de arrastre o escorrentía, que ingresa al cuerpo de agua desde el exterior / Detritus: Resto remanente orgánico, material que se origina en el mismo cuerpo de agua. (Contreras, 2018*

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 4

ABSTRACT 5

INTRODUCCIÓN 6

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

2. JUSTIFICACION 15

3. OBJETIVOS 16

3.1. OBJETIVO GENERAL 16

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16

4. MARCO REFERENCIAL 17

4.1. MARCO TEÓRICO 18

4.1.1 LIMNOLOGÍA CHILENA, MARCO GEORREFERENCIADOR 19

4.1.1.1Cuencas Arréicas 19
4.1.1.2. Cuencas Endorréicas 21
4.1.1.3. Cuencas Exorréicas 23

4.1.2COMUNIDAD ANTIHULA, MARCO HISTÓRICO 25

4.2. MUESTREO, MARCO CONCEPTUAL 27

4.2.1. Conceptualización 27
4.2.1.1 Procedimiento 27
4.2.1.2. Representatividad 27
4.2.1.3Protocolos 28
4.2.1.4. Almacenamiento 28
4.4.1.1. Extracción 29
4.4.1.2. Soluciones Patrón 29
4.4.2. Programa de muestreo 30
4.4.3. Objetivos del muestreo 31
4.4.3.1. Control de calidad 31
4.4.3.2. Caracterización de parámetros 31

4.4.3.3. Identificación *31*
4.4.4. Etapas del muestreo *31*
4.4.4.1. Estudios preliminares *31*
4.4.4.2. Parámetros *31*
4.4.4.3. Tipos de muestra *31*
4.4.4.4. Frecuencia *31*
4.4.4.5. Técnicas Aplicadas *32*

4.4.5. Precauciones generales *32*
4.4.5.1. Purga *32*
4.4.5.2. Triplicado *32*
4.4.5.3. Registro *32*
4.4.6. Tipos de muestreo *33*
4.4.6.1. Muestreo puntual o simple *34*
4.4.6.2. Muestreo compuesto *34*
4.4.6.3. Muestreo integrado *34*

4.3. LEGISLACIÓN CHILENA, MARCO LEGAL *35*

5. MATERIALES Y MÉTODOS *39*

5.1. PLANEACIÓN *39*

5.2. TRABAJO EN CAMPO *40*

5.2.1. Reconocimiento inicial *40*
5.2.2. Reconocimiento en campo *40*
5.2.3. Preparación de los equipos *41*
5.2.3.1. Ubicación *41*
5.2.3.2. Transporte *42*
5.2.3.3. Locomoción *42*
5.2.3.4. Botella Niskin *43*
5.2.3.5. Embudo *45*
5.2.3.6. Bidones *45*
5.2.3.7. Vasos de precipitado *45*
5.2.3.8. Sondas *45*
5.2.3.9. Draga *50*
5.2.4. Metodología de muestreo *51*
5.2.4.1. Coordenadas y puntos de muestreo *52*
5.2.4.2. Superficie *52*
5.2.4.3. Columna de agua *53*
5.2.4.4. Profundidad *53*
5.2.4.5. Sedimento *53*

5.3. TRABAJO DE LABORATORIO 54

5.3.1. Determinación de nitritos 54
5.3.2. Determinación de fósforo 55
5.3.3. Determinación de pigmentos fotosintéticos 56
5.3.4. Determinación de materia orgánica 57

5.4. ANÁLISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS 58

6. CRONOGRAMA 59

7. RESULTADOS 61

7.1. RESULTADOS DE PARÁMETROS IN SITU 62
7.2. RESULTADOS DE PARÁMETROS EN LABORATORIO 64
7.3. PRESENTACIÓN A COMUNIDAD ANTIHUALA 77

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS 80

8.1. ANALISIS DE PARAMETROS IN SITU 80
8.2. ANÁLISIS DE PARAMETROS LABORATORIO 87

9. CONCLUSIONES 89

10. RECOMENDACIONES 90

11. BIBLIOGRAFÍA 91

12. WEBGRAFÍA 92

13. ANEXOS 93

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Ubicación comunidad Antihuala 5
Ilustración 2. Zonas arréicas de Chile 20
Ilustración 3. Zonas endorréicas de Chile 22
Ilustración 4. Zonas exorréicas de Chile 24
Ilustración 5. GPS 41
Ilustración 6. Zodiak 42
Ilustración 7. Botella Niskin 43
Ilustración 9. Phímetro 45
Ilustración 10. Conductímetro 47
Ilustración 11. Turbidímetro 48
Ilustración 12. Draga 49
Ilustración 13. Espectrofotómetro 54
Ilustración 14. Georreferenciación de estaciones 62
Ilustración 15. Curva Patrón de nitritos 64
Ilustración 16. Resultados de CTD (E1) 72
Ilustración 17. Resultados de CTD (E2) 73
Ilustración 18. Resultados de CTD (E3) 74
Ilustración 19. Disertación resultados A 77
Ilustración 20. Disertación resultados B 77
Ilustración 21. Disertación resultados C 78
Ilustración 22. Altura laguna Antihuala 83
Ilustración 23. Oxígeno disuelto laguna Antihuala 80
Ilustración 24. Temperatura laguna Antihuala 82
Ilustración 25. pH laguna Antihuala 83
Ilustración 26. Turbidez laguna Antihuala 84
Ilustración 27. Conductividad laguna Antihuala 85
Ilustración 28. Nitritos laguna Antihuala 86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Legislación aplicable *37*
Tabla 2. Cronograma *58*
Tabla 3. Georreferenciación de campo *61*
Tabla 4. Medición de nitritos *63*
Tabla 5. Medición de nitritos por estaciones *65*
Tabla 6. Pesos de los filtros *66*
Tabla 7. Longitudes de onda y concentraciones *67*
Tabla 8. Concentraciones de clorofila *67*
Tabla 9. Concentraciones de clorofila por estaciones *68*
Tabla 10. Pesos de crisoles *68*
Tabla 11. Pesos de los filtros *68*
Tabla 12. Sedimento segregado *69*
Tabla 13. Concentración de materia orgánica *70*
Tabla 14. %MOT *70*
Tabla 15. Captación de la información *71*
Tabla 16. Resultados de CTD *72*
Tabla 17. Compilación de resultados *73*

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua representa un actor fundamental en el desarrollo ambiental y social, principalmente dadas sus relaciones con la vida y el bienestar de las especies. Para toda comunidad humana es importante reconocer los componentes y factores ambientales que le rodean, ésto le permite identificar la ruta de adaptación al medio, acciones de producción, actividades económicas, formación e identidad de cultura, entre otros muchos factores sociales, ambientales y económicos.

Antihuala es una comunidad que representa el desarrollo de su cultura a través de la identificación ambiental que le rodea, sus instituciones se esfuerzan por fomentar el desarrollo científico de los ciudadanos, el Liceo Orlando Delgado Zúñiga es una de esas instituciones. A través del tiempo han trabajado con la USCS para realizar trabajos de investigación en su territorio, en este caso es de vital importancia el estudio de la laguna Antihuala, dado que es uno de los principales atractivos del lugar, muchas de las actividades cotidianas se realizan en su perímetro de influencia ambiental, representa una identidad para la cultura local y nunca se le han realizado estudios o se tienen datos iniciales de algún investigador en la laguna.

En ese orden ideas, la comunidad se pregunta ¿Cómo saber qué actividades se deben y no realizar en el cuerpo de agua?, ¿Cuáles son sus características químicas y físicas?, ¿Cuál es el origen de la laguna?, ¿Qué tan profunda es la laguna? La solución de estas preguntas y el análisis de las mismas le permitirá a la sociedad gestionarse ambiental y económicamente, la información que pueda ser desarrollada hace parte de la formación integral de los estudiantes del liceo LODZ y de los estudiantes de fundamentos de oceanografía y limnología de la UCSC.

2. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo generar una línea base de la Laguna Antihuala, determinando parámetros físico- químicos en el mes de abril del 2018. Esta investigación se realizó bajo el Establecimiento de Alianza Comunitaria |1|Donde, según las partes interesadas se acordó trabajar colaborativamente en la caracterización y divulgación de información limnologíca del cuerpo lentico |2 |en cuestión.

El principal propósito del trabajo es contribuir y fortalecer el desarrollo científico de las instituciones vinculadas en el proyecto |3| de investigación, con varios objetivos sociales y académicos, en donde se destacan: El sentido compromiso de participación de los estudiantes de Química Ambiental de la UCSC, específicamente alumnos de la asignatura "Fundamentos de Limnología y Oceanografía", generando información confiable y necesaria que conduzca al estado real y ambiental de la laguna Antihuala. A su vez, este informe hace parte de los compromisos de presentación de los resultados, análisis y divulgación de los mismos.

La caracterización físico química de la laguna en estudio contribuye al desarrollo científico de las dos instituciones, y a su vez, la caracterización de la laguna permite iniciar un seguimiento con bases de información que serán positivos para la caracterización de futuras intervenciones, proyectos o actividades en el cuerpo de agua o a otros componentes naturales relacionados la comunidad en estudio.

1. *Compromiso Aprendizaje de Servicio/*
   Es una pedagogía que combina el currículo académico con el servicio comunitario, frecuentemente juvenil. Como metodología pedagógica que se alimenta de diversas fuentes teóricas y de la pedagogía experimental con base a la integridad de la educación y el autoconocimiento. Es una estrategia científica que fortalece la experiencia educativa y el desarrollo del civismo en la interacción entre comunidades. (Orozco,2014)
2. *Cuerpo Lentico /*
   Los ambientes lénticos son cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluido. Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua; es decir, aguas estancadas sin ningún flujo de corriente, como los lagos, las lagunas, los esteros y los pantanos. (Guevara, 1995)
3. *Instituciones Vinculadas/*
   Escuela Orlando Delgado, Antihuala

UCSC, Facultad de Ciencias, Química Ambiental

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar variables físicas y químicas de la columna de agua y sedimentos de la laguna Antihuala (Región de los Álamos, Chile) durante un muestreo simple en el mes de abril de 2018. Con el fin de analizar y difundir la información a partes académicas de la comunidad, basando la investigación en un programa AyS.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- *Realizar trabajo en campo en donde se pueda recolectar información in situ, correspondiente a variables fisicoquímicas de la laguna Antihuala y conforme a un formato de cadena custodia en compañía de alumnos y académicos de la comunidad Antihuala y la UCSC.*

- *Analizar variables en laboratorio con ayuda de instrumentos y metodologías afines, con el fin de determinar características químicas y físicas del cuerpo en estudio, analizando los resultados obtenidos.*

- *Presentar los resultados encontrados a las partes interesadas, ofreciendo un diagnostico final.*

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 APRENDIZAJE DE SERVICIO COMUNITARIO A&S

El aprendizaje mediante el servicio comunitario ya sea urbano, rural u otras manifestaciones dinamiza la educación académica y científica con la participación en un servicio comunitario relacionado. Este tipo de actividades es principalmente desarrollado por voluntarios, que, con el fin de adquirir experiencia en alguna actividad se relacionan con un medio, de esta manera aplican sus conocimientos para el beneficio de una población o comunidad, mientras se agudizan capacidades relacionadas. Este tipo de actividades académicas se pueden comparar con una pasantía, al tiempo que en el ejercicio de aprendizaje contribuye a la comunidad positivamente. (Barrios Araya, 2012)

4.1.1 Historia

Como lo confirma Miriam Rubio Acuña, Pontificia Universidad Católica. Santiago de Chile; "Aprendizaje-servicio (A+S) es una metodología que nace en Estados Unidos en el año 1903 como un movimiento de educación cooperativa, que integra trabajo, servicio y aprendizaje. ", donde se integra trabajo, servicio y aprendizaje de manera conectada y dinámica. Las bases intelectuales y sus aplicaciones a la pedagogía fueron formuladas por John Dewey |1| en al año 1905, sin embargo, aún no era conocida por la denominación actual.

La real aplicación de las metodologías de aprendizaje formuladas por el doctor Dewey se dieron en el transcurso de la primera y segunda guerra mundial en donde los estudiantes americanos como enfermeros, doctores, periodistas, fotógrafos, economistas, educadores brindaron sus servicios para darle nuevas oportunidades a las comunidades afectadas.

1. *John Dewey/*

filósofo, psicólogo y pedagogo norteamericano, uno de los fundadores de la filosofía del pragmatismo. También fue, desde principios del siglo pasado, la figura más representativa de la pedagogía progresista en su país. (Ángeles Virgüez, 2018)

4.1.2. Los "tres principios de aprendizaje servicio"

En 1966 se utilizó por primera vez la frase "aprendizaje servicio" , como una definición académica e incluyente con todos los organismos involucrado en la investigación como lo son estudiantes, semilleros de investigación, facultades, profesores, en algunas instituciones universitarias de estados unidos. A finales de dicha década se concretó la tendencia universitaria de este tipo de actividades dadas las publicaciones realizadas por Robert Sigmon donde se describen los principios del A&S (Butin, DW, 2003):

- *Quienes reciben el servicio controlan el servicio que se proporciona*
- *Quienes reciben el servicio llegan a ser más capaces de servir y ser servidos por sus propias acciones,*
- *Quienes sirven son también sujetos que aprenden y que tienen un control significativo sobre lo que se espera que aprendan.*

En 1980 se trabaja en la divulgación de A&S, siete años adelante se establecen las buenas prácticas para el desarrollo de actividades de aprendizaje de servicio. En 1995 la metodología ya se encontraba n internet y en el 2001 ya se daban conferencias internacionales de investigación para aprendizaje de servicios en Estados Unidos como un soporte para los profesionales del futuro, desarrollando en ellos capacidades comunicativas, intuitivas y productivas. (Martínez M, 2008).

Es importante recalcar que el participar en grupos de Aprendizaje-Servicio genera oportunidades para desarrollar pensamiento crítico en cada uno de sus participantes, ya que se exploran las necesidades mutuas entre las partes interesadas y se concibe una solución especifica que beneficie a los dos actores del A&S.

4.2. LIMNOLOGÍA CHILENA, MARCO GEOGRÁFICO

4.2.1. Limnología

La hidrografía chilena presenta características particulares dependiendo de la región natural que se estudie y su ubicación geográfica. Estas condiciones se relacionan principalmente con factores como clima y relieve, los cuales influyen en aspectos como régimen y caudal, la diferencia evidente que existe entre cada uno de los tipos hidrográficos depende según el Centro Nacional de Recursos Hidráulicos de Chile de la latitud geográfica en que se encuentre. De esta manera tenemos que existen: (Lanza, Cáceres, 2018)

Según su área

4.2.1.1. Cuencas Arreicas

Es una cuenca hidrográfica de aguas no desembocadas ni en lagos ni en mares, pues se evaporan o se infiltran al suelo, desapareciendo el paisaje. (Lanza, Cáceres, 2018)

Según la Información Territorial del Banco del Congreso de Chile se denomina cuenca arréica cuando es una cuenca sin escurrimiento durante prolongados períodos esencialmente porque este tipo de cuencas se encuentran en territorio árido, corresponde regularmente a áreas desérticas en las que se produce excepcionalmente escurrimiento, las cuencas tienen un comportamiento violento y de corta duración. Las asociamos al espacio comprendido entre el río Loa y el río Copiapón en el norte de Chile. Ver Ilustración 2. Es decir, entre los 23 y 27 grados de latitud.

Como bien se describe en el libro el Recurso del agua de María Haydée Castillo, Se tratan de áreas con alta presencia de grava y arena, este tipo de cuencas producen un sistema de escorrentía del agua al subsuelo donde se acumula en grandes cantidades en zonas impermeables constituyendo las reservas de agua más importantes de Chile. Esto es de vital importancia para el análisis de los servicios públicos no solo en la región del norte sino en todo el país.

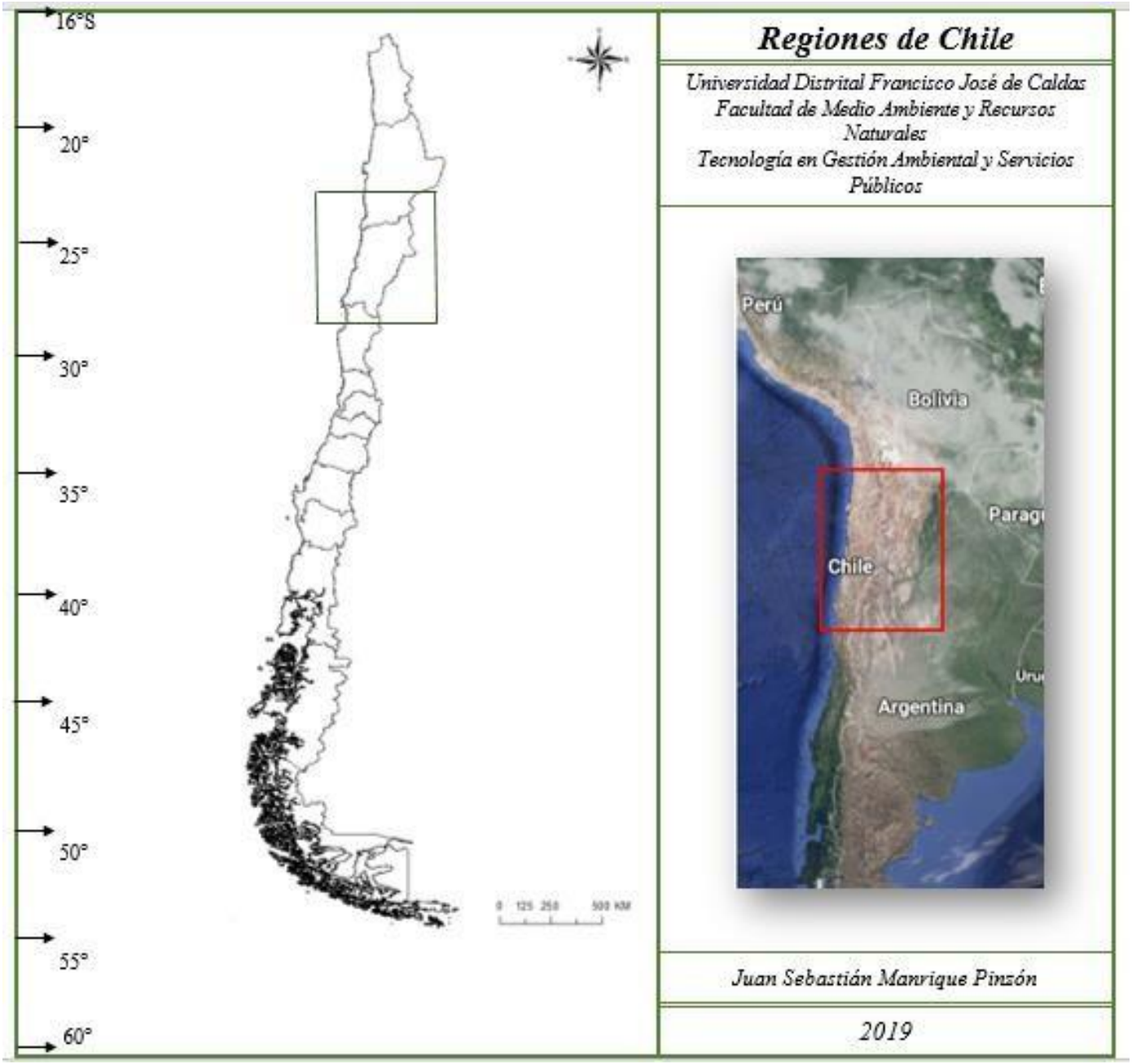


Ilustración 2. Zonas arreicas en Chile, Limnología. El autor. Apoyo Google Earth.

Como se puede evidenciar en el plano, la zona arraíca comprende regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, evidentemente áridas desde Google Earth.

4.2.1.2. Cuencas Endorréicas

También localizadas en la sección septentrional de Chile, preferentemente entre la primera y segunda región, sin embargo, hay presencia de cuerpos endorreicos en la tercera y cuarta región, en este tipo territorios la característica fundamental es la permanencia del escurrimiento al interior de la cuenca, sin tener la posibilidad de llegar al mar. Se trata de escurrimientos esporádicos que, en vez de salir de la cuenca, se almacenan en un receptáculo central, tal como un salar o una laguna, pequeños ríos y quebradas. Ejemplos relacionados con esta condición son el lago Chungará y el salar de Atacama. (Información Territorial del Banco del Congreso de Chile). Son sistemas hidráulicos cerrados.

El término tiene raíces griegas, endo, "interior" y rhein, "fluir". Cualquier nivel de precipitación o lluvia que se deposite dentro de estos cuerpos permanecerán allí ya sea de obedeciendo a unas características loticas o lenticas.

El agua que allí se almacena solo puede abandonar el sistema a través de la infiltración o la evaporación, estas condiciones hacen que el agua tienda a contener una alta concentración de sales. Ver Ilustración 3.

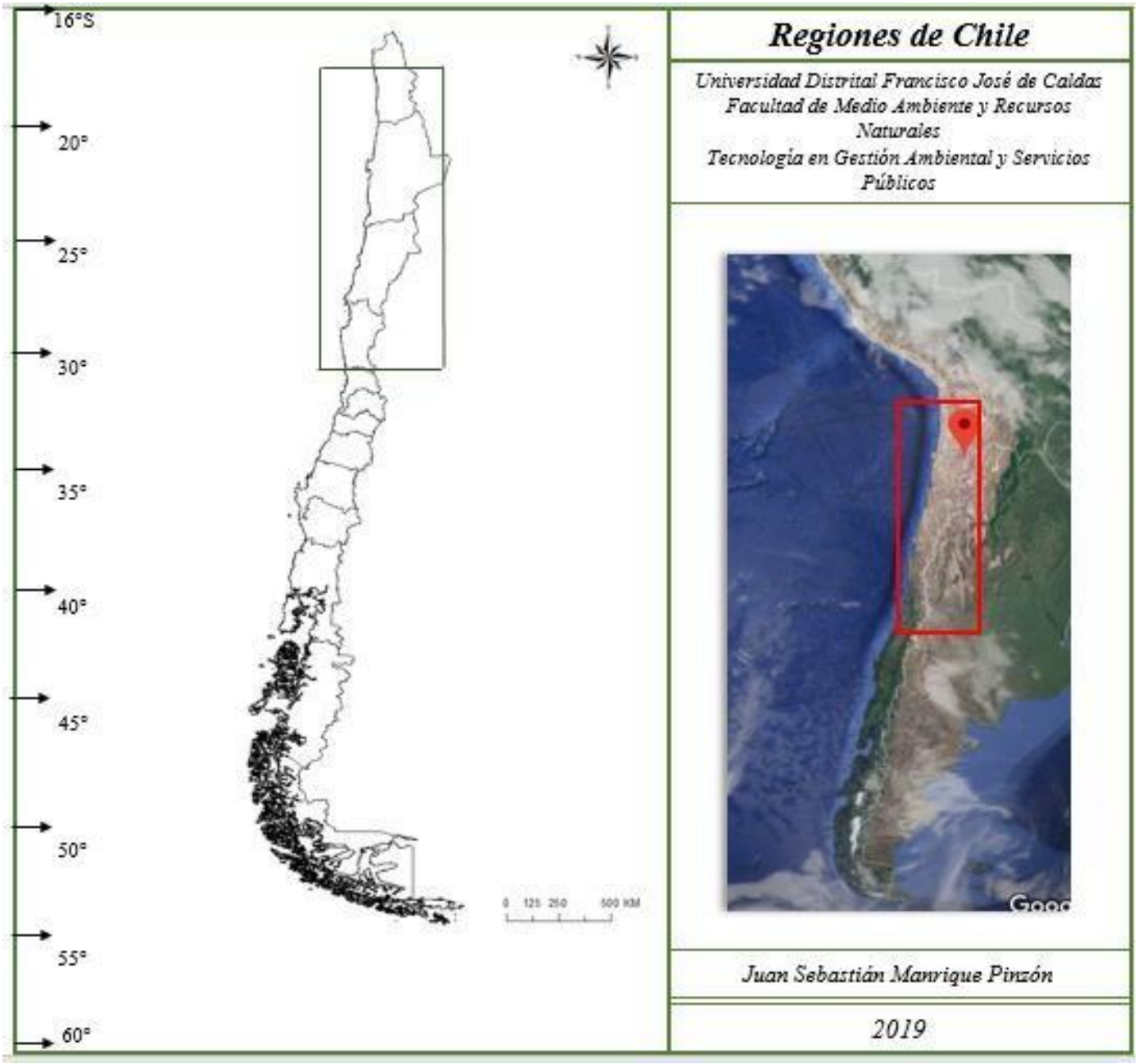


Ilustración 3. Zonas endorréicas en Chile, Limnología. El autor. Apoyo Google Earth.

4.2.1.3. Cuencas Exorreicas

Es un sistema hidráulico cuya recolección y desagüe desemboca en el mar. Es decir, son sistemas abiertos, las características de los sistemas hidráulicos de este tipo pueden ser diversos, y dependerán de muchos factores ambientales y climatológicos. Una gran característica de este tipo de cuencas es que contienen un gran rango de entradas, almacenamientos, flujos, trasferencias y salidas de agua.

Para esta zona de Chile, estas cuencas tienen entradas de agua a partir de precipitaciones, ya sea en forma de lluvia como en forma sólida como nieve o granizo, y también el deshielo, especialmente el de los glaciares de las grandes montañas de la cordillera de los Andes.

Dentro de la zona de Chile en donde podemos encontrar este tipo de cuencas, podemos evidenciar presencia de ríos, quebradas, lagunas, lagos, pantanos, glaciares, sistemas subterráneos y de intercepción.

En su mayoría, todos los sistemas hidráulicos de las regiones que se encuentran en esta área, desembocan en el Océano Pacífico. Ver Ilustración 4.

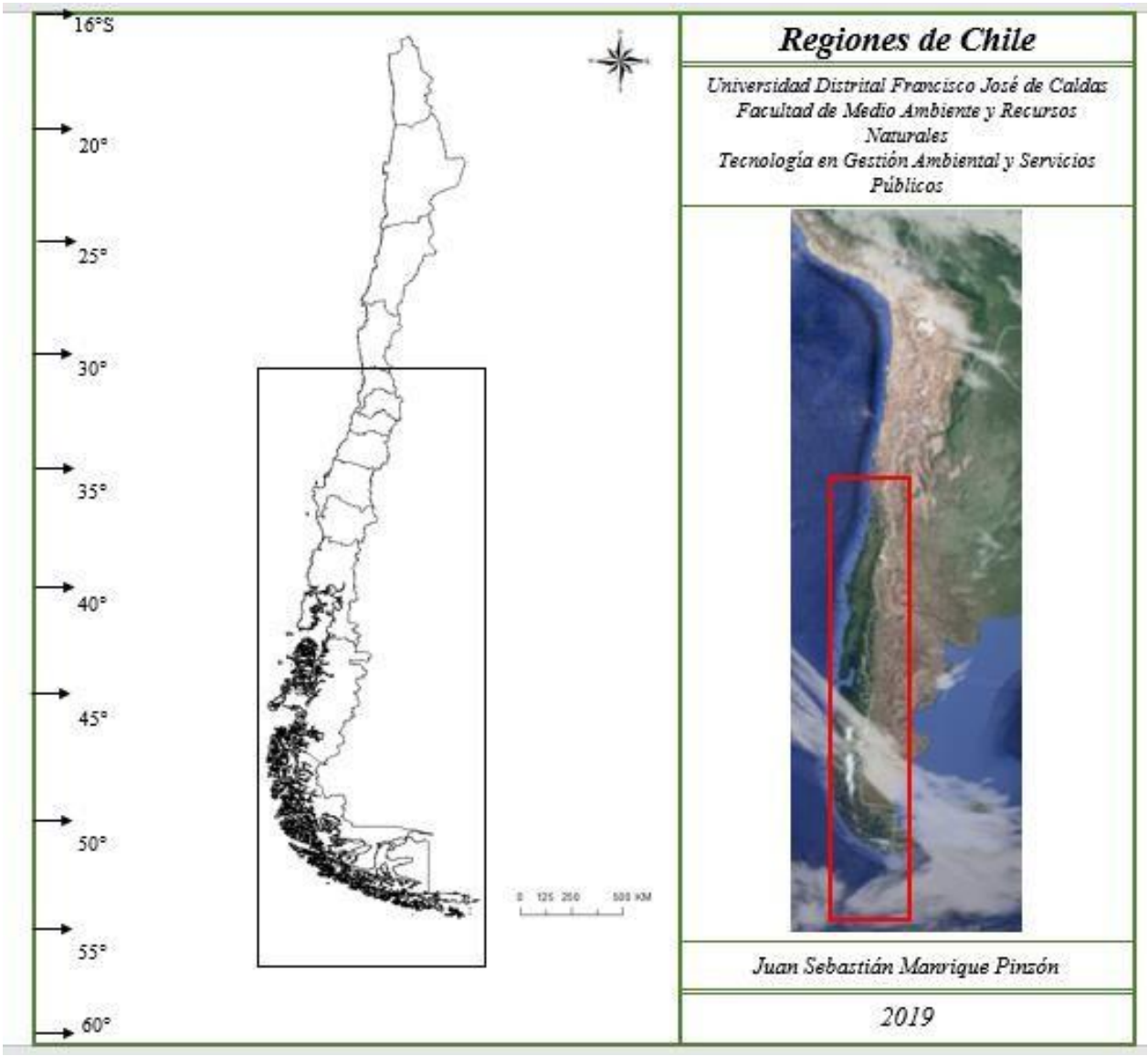


Ilustración 4. Zonas exorréicas en Chile, Limnología. El autor. Apoyo Google Earth.

4.3. COMUNIDAD ANTIHULA, MARCO HISTÓRICO

Antihuala es un lugar tranquilo rodeado de pinos y mucha precipitación, hoy, constituye junto a las comunidades Temuco Chico y La Araucana un solo centro conourbano |1|, que cuenta con los servicios básicos tanto de servicios públicos como escuelas, cuartel de bomberos, retén de policía y un centro de urgencias; cuenta con una población de 3.322 habitantes. (Censo de abril de 2012)

Según Humberto Mendoza del directorio local, Antihuala tiene una gran influencia dentro de la lucha de los mapuches por liberarse del yugo español, la comunidad por tradición tenia y tiene las actividades de aprovechamiento maderable, actualmente ya son varias las empresas que se encuentran en este pueblo como lo es BIMA, la empresa más importante de Arauco.

El pueblo llega a tener su fundación luego de que se estableciera una ruta de ferrocarriles que tenía una estación en Antihuala en el año 1923; tomando el nombre de la laguna que rodea al pueblo, esto principalmente a que los primeros aserraderos que se dedicaron a explotar la madera nativa pertenecieron a la Empresa Bosques El Sol de don Eduardo Morales. Después le siguió Maderas Hernández de don Dionisio Hernández. Ambas empresas embarcaban la madera en la estación de ferrocarriles y así la transportaban.

Ahora bien, el nombre de la laguna proviene de una lengua mapuche, en donde; Antihuala (del mapudungún: antü, 'Sol', y wala, nombre de un ave acuática). En sus inicios, el lugar se denominaba Antiguala —posteriormente la "g" fue reemplazada por la "h"—. Su nombre procede del mapudungun antü: sol; wala: ave acuática; por tanto, Antihuala quiere decir "ave acuática asoleada.

1. *Conourbano Una conurbación es una región que comprende una serie de ciudades, pueblos grandes y otras áreas urbanas que, a través del crecimiento poblacional y su crecimiento físico se fusionan. Tanto para la geografía como para el urbanismo, los términos "conurbación" y "conosuburbano" tienen que ver con el proceso y el resultado del crecimiento de varias ciudades (una o varias de las cuales puede encabezar al grupo) que se pueden integrar para formar un solo sistema que suele estar jerarquizado, o bien las distintas unidades que lo componen pueden mantener su independencia funcional y dinámica.*

Posteriormente, la instalación de la planta maderera BIMA (Bosques e Industrias Madereras Antihuala), que funcionó entre los años 1949 y 1967, le dio un gran impulso a la economía y al desarrollo actual de la población. Actualmente, la mayoría de los jefes de hogar, son trabajadores forestales que desarrollan diferentes actividades relacionadas con los recursos maderables |2|

La empresa BIMA que se mantuvo hasta el año 1967, llegó a instalar 25 aserraderos, durante el tiempo que permaneció en la cordillera y finalmente en el año 1967, se declara el pino araucaria "monumento natural" de Chile se prohibió su explotación, razón por la cual BIMA, cerró su empresa.

Es importante también ver como se tiene una influencia social, cultural y más importantes aun, histórica, de lo que como bien lo cuenta la Municipalidad de Arauco es la Batalla de Antihuala;

"El 5 de febrero de 1558, el gran toqui Caupolicán fue aproado cerca de Antihuala por Pedro de Avendaño, tras intentar atacar el Fuerte Tucapel, sin éxito. Cuenta con la historia que Avendaño -con 50 hombres y Andresico, traidor mapuche- marchó in clima tempestuoso por las montañas a Pilmaiquén y capturó a Caupolicán, el 5 de febrero de 1558, mientras que este planeaba una nueva contraofensiva contra los españoles. Avendaño, con el objetivo de nuevo a Cañete, donde el corregidor Alonso de Reynoso lo condenó a morir empalado."
5 febrero de 2015, Municipalidad de Arauco.

2. Recursos maderables *Para empezar, los productos maderables son aquellos que provienen del cuerpo de las plantas leñosas, es decir, que tienen un cuerpo elaborado con madera. Y por su parte, los no maderables provienen de otras partes de los bosques que no provienen de la tala. Entre estos últimos estarían semillas, hojas, hongos, fibras, frutos o inclusive, la miel de abeja. (WWF.com)*

Los niños desde el colegio tienen programas de enfoque universitario o deportes o enfoque militar, así desde muy temprana edad los niños estimulan su papel en la sociedad.

La mayoría de los adultos trabajan en Antihuala o en sus pueblos más cercanos, las principales fuentes económicas son el comercio, el turismo, el aprovechamiento de recursos forestales, entre otros.

4.4 MUESTREO, MARCO CONCEPTUAL

4.4.1. Conceptualización

El muestreo se puede describir como el proceso de selección de una pequeña porción de material, representativo del medio, la cual será transportada y manipulada posteriormente en el laboratorio, en este caso, agua.

4.4.1.1. El procedimiento

Cada uno de los procedimientos dentro del muestro es contribución fundamental para el resultado y análisis final. en algunos casos, se presentan errores los cuales deben ser identificados de manera concreta, el análisis esta es una de las etapas más cruciales dentro de la investigación. Para obtener datos representativos que permitan la correcta evaluación de la contaminación se debe reconocer los objetivos de la muestra y el procedimiento a realizar que puede variar dependiendo de la caracterización que se busca. Por ello, es conveniente una vez establecido el propósito del análisis, y antes de realizar el muestreo de campo, desarrollar un plan de muestreo. (Protocolo Técnicas de Muestreo, 2010, gobierno de España).

4.4.1.2. Representatividad

En el muestreo se debe tener en cuenta que la muestra tomada deberá ser homogénea, representativa y no modificar las propiedades fisicoquímicas o

biológicas del agua. Existen diferentes tipos de muestreo que se pueden realizar en un cuerpo de agua: simples, compuestas e integradas.

4.4.1.3. Protocolos

Según el Protocolo de Muestreo del Gobierno de España, "las principales dificultades con las que nos enfrentamos a la hora de llevar a cabo la toma de muestras acuosas medioambientales son la falta de representatividad (espacio-temporal) de la matriz y la integridad de la propia muestra hasta su análisis. Además, la baja concentración a la que se encuentran a menudo presentes este tipo de contaminantes, obliga a utilizar elevados factores de preconcentración y cantidades elevadas de muestra. El volumen de muestra depende fundamentalmente de las sustancias objeto de estudio y de la concentración esperada, siendo los volúmenes más habituales los comprendidos entre 1 y 2 litros, aunque los volúmenes pueden variar dependiendo de la matriz. Para obtener unos resultados representativos se tiene que asegurar la estabilidad de los analitos durante el muestreo y almacenamiento de la muestra."

4.4.1.4. Almacenamiento

Es importante reconocer que el almacenamiento también es un factor crucial, se debe asegurar que las características de la muestra no cambien ni se transformen los componentes del análisis; para esto debe asegurarse que las tapas y los envases se encuentren debidamente limpios y no deben alterar la composición de las muestras, bien por disolución, adsorción o reacción.

Se recomienda usar envases de vidrio ámbar, dichos envases previenen la degradación de la materia de la muestra por penetración de rayos UV,
también se recomienda usar recipientes de plástico si los componentes a evaluar son metales.

"El procedimiento habitual para el almacenamiento de las muestras es conservarlas en la oscuridad y en frío (a unos 4ºC) hasta su análisis, aunque también pueden ser congeladas en botellas medio llenas en posición horizontal. La adición de algún tipo de conservantes (que no interfieran en la posterior etapa de análisis), como la azida sódica o el ajuste del pH a 3 con HCl o H2SO4, es otra estrategia habitualmente utilizada para preservar la integridad de las muestras. De esa manera se inhiben eficientemente los procesos microbianos y además en el caso de los metales, se evita su precipitación" según Protocolo Técnicas de Muestreo, 2010, gobierno de España.

4.4.1.5. Extracción

La etapa de extracción puede considerarse como otro punto crítico del análisis. En la mayoría de los casos, la falta de automatización hace que sea esta etapa la que consume mayor tiempo, pudiendo superar el 60% del tiempo total del análisis. Además, en muchos casos la extracción lleva asociado un elevado consumo de disolventes orgánicos indeseables debido a su toxicidad. El método de extracción seleccionado dependerá de la naturaleza de los compuestos a analizar, así como de sus propiedades físico-químicas y de los sistemas analíticos disponibles. (Protocolo Técnicas de Muestreo, 2010, gobierno de España.)

4.4.1.6. Almacenamiento de Soluciones Patrón

Las soluciones estándar se deben almacenar en botellas de vidrio en el congelador tomando todas las precauciones convenientes para evitar la contaminación como se describe en Protocolo Técnicas de Muestreo, 2010, gobierno de España.

Los patrones de concentración entre 1-2 mg/ml, se mantienen a -20 ºC, Antes de abrir los recipientes, permitir que las disoluciones alcancen el equilibrio con la temperatura ambiente. Debemos también asegurarnos de que las soluciones diluidas se preparan frecuentemente, y de que éstas, no están directamente expuestas a la luz solar o a la luz ultravioleta por períodos prolongados de tiempo.

Los trabajos de laboratorio se inician precisamente en la fijación de características que deberán tener las muestras de agua que una vez recogidas serán analizadas. Se deberá establecer un adecuado programa de muestreo en función del caso de que se trate, y teniendo en cuenta la legislación vigente al respecto. (F. Ramírez, 2007).

4.4.2. Programa de muestreo

Debe reconocerse que según el autor F. Ramírez, 2017; editor de guía de Muestreo, antes de elaborar un programa de muestreo, es necesario y útil, identificar unas determinadas características que nos definan los objetivos del programa de muestre.

Dichas características son por ejemplo los lugares de toma de muestras, los procedimientos de toma, la frecuencia, la duración, el tratamiento de las muestras y los análisis a realizar.

4.4.3. Objetivos de muestreo

4.4.3.1. Control de calidad

El muestreo debe estar enfocado a determinar la calidad presente en un cuerpo lentico o lotico, en determinar su calidad en relación a la normatividad vigente o a los límites permisibles según su uso.

4.4.3.2. Caracterización de los parámetros

Cada uno de los parámetros representa un vocabulario diferente, cada parámetro posee su unidad de medida, su caracterización y su análisis dentro de la investigación.

4.4.3.3. Identificación de las fuentes de contaminación

Luego del análisis de cada uno de los parámetros evaluados ya sean in situ o a través de metodologías desarrolladas en el laboratorio, se podrá determinar o dar juicio de una hipótesis en la cual se establezcan, no solo el comportamiento natural del cuerpo de agua, sino a su vez, basado en los contaminantes encontrados, las fuentes de contaminación directas e indirectas encontradas.

4.4.4. Etapas del muestreo

4.4.4.1. Estudios preliminares

Los estudios preliminares obedecen a una serie de consultas previas relacionadas con guías metodológicas aplicables, lugar de la muestra, entre otros factores. Asu vez los estudios preliminares pretenden informarnos el lugar de estudio, las ruta y vías de acceso, posible transporte; datos adicionales y fuentes primarias que puedan globalizar la idea del muestreo ya sea en torno a las metodologías u a otras investigaciones desarrolladas en el mismo cuerpo de agua.

4.4.4.2. N.º de muestras a tomar y parámetros a determinar

Para esta etapa ya se debe conocer una idea básica del cuerpo de agua, de esta manera se identifica si, por ejemplo, el cuerpo tiene un afluente y un efluente, la dimensión del cuerpo o el área general en donde se pretende realizar la investigación. En ese orden de ideas se deben establecer desde un principio, el número y localización de los puntos de muestreo y deben ser claros para todo el grupo de trabajo.

4.4.4.3. Tipos de muestras y muestreos

Se deberá de esta manera determinar si la muestra a realizar es simple, compuesta o integrada, dependiendo tanto de las condiciones ambientales del lugar de la muestra y de la necesidad y pertinencia de la misma.

4.4.4.4 Frecuencia y cantidad de muestra

Evidentemente este factor hace referencia a la periodicidad del muestreo, dependiendo en diferentes casos de, por ejemplo, toma de muestra en diferentes estaciones, en diferentes temporadas del año, en diferentes horas del día, diferentes días al mes, en fin; dependiendo de la necesidad de la investigación.

4.4.4.5. Técnicas a aplicar en el muestreo

Existen diferentes técnicas, además de diferentes instrumentos de muestreo y de medición con las cuales se pueden desarrollar la investigación. De esta manera las técnicas aplicables a cada uno de los procedimientos dependerán de las instrumentos y espacios con los que se cuenten, es decir los recursos con los que, al momento de realizar la investigación estén disponibles y al alcance del cuerpo de trabajo.

4.4.4.5.1. Muestreo manual: El muestreo manual requiere de un mínimo de equipo, pero para programas de muestreo a gran escala o de rutina puede ser excesivamente costoso y de manejo dispendioso.

4.4.4.5.2. Muestreo automático: Los equipos de muestreo automático pueden eliminar errores humanos, inherentes al muestreo manual, reducen los costos y permiten aumentar la frecuencia del muestreo. El muestreador no debe contaminar las muestras, es el caso de los recipientes plásticos incompatibles para almacenar muestras que contienen compuestos orgánicos y que solubilizan los componentes plásticos. En algunos casos un muestreador

manual con recipiente de vidrio puede resultar más adecuado. Programar el muestreador automático de acuerdo con las especificaciones del mismo y las necesidades del muestreo, ajustar cuidadosamente las velocidades de la bomba y los tamaños de los tubos según el tipo de muestra a tomar. (RAMIREZ, G., SANCHEZ, J. Manual de Técnicas Analíticas de Parámetros Físico-químicos y Contaminantes, 1993).

4.4.5. Precauciones Generales

4.4.5.1. Purga

Antes de tomar la muestra en el envase respectivo, hay que lavarlo dos o tres veces con la misma agua que va a ser tomada, a no ser que el envase contenga un conservante o decolorante. En función del análisis que se va a realizar habrá que llenar el envase completamente (en el caso de análisis orgánicos) o dejar un espacio vacío para aireación o mezcla (F. Ramírez, 2007).

4.4.5.2. Triplicado

Para obtener mezclas representativas es necesario en muchos casos hacer mezclas de varias tomas recogidas a lo largo de un determinado período de tiempo o en muchos puntos distintos de toma. (F. Ramírez, 2007).

4.4.5.3. Registro

Se debe hacer un registro de todas las muestras recogidas e identificar cada envase con el nombre de quien hace la toma, la hora y fecha, la ubicación, la temperatura y cualquier otro dato de interés. (F. Ramírez, 2007).

Tal y como lo explica F. Ramírez; "En cuanto a los lagos y embalses, presentan variaciones naturales en las características del agua debidas a las estratificaciones estacionales, desagües, y el viento, siendo necesario tener en cuenta estas condiciones a la hora de elegir el lugar de la toma. Se deberá evitar hacer tomas en zonas sometidas a

turbulencias ya que aquí pueden tener lugar pérdidas de componentes volátiles, tampoco se deberán recoger muestras en vertederos debido a la posibilidad de que en estos lugares abunden en mayor medida los compuestos que pueda contener el agua más ligeros y no miscibles con ella." Recomendación es que importante para el desarrollo de esta investigación.

4.4.6. Tipos de Muestreo

4.4.6.1 Muestreo Simple o Puntual

Esta muestra representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación. Es apenas una foto de las características encontradas, En tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar adecuadamente representado por muestras simples, como en el caso de algunas aguas de suministro, aguas superficiales, pocas veces, efluentes residuales. Es necesario escoger los intervalos de muestreo de acuerdo con la frecuencia esperada de los cambios, que puede variar desde tiempos tan cortos como 5 minutos hasta 1 hora o más. (RAMIREZ, G., SANCHEZ, J. Manual de Técnicas Analíticas de Parámetros Físico-químicos y Contaminantes, 1993).

4.4.6.2. Muestreo Compuesto

Se puede definir como una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. El uso de muestras compuestas representa un ahorro sustancial en costo y esfuerzo del laboratorio comparativamente con el análisis por separado de un gran número de muestras y su consecuente cálculo de promedios.

(RAMIREZ, G., SANCHEZ, J. Manual de Técnicas Analíticas de Parámetros Físico-químicos y Contaminantes, 1993).

4.4.6.3. Muestreo Integrado

Para nuestro caso, Los lagos naturales y artificiales muestran variaciones de composición según la localización horizontal y la profundidad; sin embargo, estas son condiciones bajo las cuales las variaciones locales son más importantes mientras que los resultados promedio y totales no son especialmente útiles. En tales casos se deben examinar las muestras separadamente antes que integrarlas.

Otro ejemplo surge de la necesidad de muestreo integrado ocurre en ríos o corrientes que varían en composición a lo ancho y profundo de su cauce. Para evaluar la composición promedio o la carga total, se usa una mezcla de muestras que representan varios puntos de la sección transversal, en proporción a sus flujos relativos. La necesidad de muestras integradas también se puede presentar si se propone un tratamiento combinado para varios efluentes residuales separados, cuya interacción puede tener un efecto significativo en la tratabilidad o en la composición. La predicción matemática puede ser inexacta o imposible, mientras que la evaluación de una muestra integrada puede dar información más útil. (RAMIREZ, G., SANCHEZ, J. Manual de Técnicas Analíticas de Parámetros Físico-químicos y Contaminantes, 1993).

4.5 LEGISLACIÓN CHILENA, MARCO NORMATIVO

Para comprender el contexto de la legislación aplicable, se propone analizar la siguiente tabla. Ver tabla 1.

Legislación	*Descripción*
Ley 19300	*De las bases generales del Medio Ambiente, en donde se describen los componentes ambientales, disposiciones, instrumentos de gestión ambiental, responsabilidades, fiscalización, fondo de protección ambiental y la creación del Ministerio de Medio Ambiente.*
Ley 19880	*Establece los procedimientos administrativos que rigen los organismos de competencia ambiental en el estado de conde podemos rescatar CONAMA, COREMA, determina los procesos y los alcances de cada uno de los mismos.*
Norma: DFL 1 *DFL 1-19653*	*Organización de intendencias y gobernaciones en chile.*
Decreto 95	*Áreas protegidas, proyectos ambientales y modificación en metodologías de proyectos ambientales*
Decreto 40	*Establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, de conformidad con los preceptos de la Ley Nº 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.*
Planes y normas dictados conforme a la Ley N° 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente	
	• *Decreto 1 (27-NOV-2015)*

Normas de Calidad	*ESTABLECE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES DE LA CUENCIA DEL RÍO VALDIVIA* • *Decreto 9 (27-NOV-2015)*
	ESTABLECE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO BIOBÍO • *Decreto 53 (04-JUL-2014)*
	ESTABLECE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO • *Decreto 19 (16-OCT-2013)*
	ESTABLECE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES . • *Decreto 38 (22-JUL-2013)*
	APRUEBA REGLAMENTO PARA LA DICTACIÓN DE NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE EMISIÓN • *Decreto 122 (04-JUN-2010)*

	ESTABLECE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DEL LAGO LLANQUIHUE • *Decreto 22 (16-ABR-2010)*
	ESTABLECE NORMA DE CALIDAD SECUNDARIA DE AIRE PARA ANHÍDRIDO SULFUROSO (SO2) • *Decreto 75 (19-MAR-2010)*
	ESTABLECE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES .
Normas de Emisión	*Fija para el caso de efluentes, los imites máximos permisibles en diferentes concentraciones dependiendo de los contaminantes en cuestión.*

Tabla 1. Determinacion de la legislación aplicable a la investigación. El autor.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. PLANEACIÓN

AyS:

Con el fin de determinar los parámetros in situ y la construcción de la cadena custodia |1|, se siguió el siguiente proceso de planeación: Se planeó un acercamiento de las partes interesadas en el desarrollo de la investigación a través de metodología AyS, cuyo objetivo es el desarrollo académico con y para comunidades interesadas, desarrollando competencias científicas y humanísticas beneficiosas para sus integrantes; luego se desarrolló un encabezamiento en liderazgo de estudiantes y docencia de la UCSC (Docente de Fundamentos de Limnología y Oceanografía., Científico Sergio Cotreras) y académicos de la comunidad Antihuala, dando cumplimiento al objetivo de dicho acuerdo.

Planeación

Luego de esto se establecieron los lineamientos del muestreo, día, hora, y diseño de la cadena custodia en donde se evidencian claramente el objetivo que se pretende alcanzar con dicho muestreo. El conocimiento de estos factores, define los elementos que se requieren, además de las condiciones en las cuales se realiza el muestreo (tipo de envases, procedimiento y cuidados para la toma de muestra, transporte, conservación, y otros que puedan ser tomados en consideración), que nos lleve a la realización de un ChecK-List |2|de instrumentos, permisos y actividades previas e incluso preventivas necesarias para la realización del trabajo en campo.

1. Cadena Custodia/
se debe definir qué tipo de análisis se pretende realizar o qué variables se quieren medir, por ejemplo, si es un análisis físico-químico, biológico o microbiológico. Otro factor a tomar en cuenta, en el caso específico del muestreo de aguas, es el uso del agua que se pretende analizar, si esta es para consumo humano, para riego, acuicultura, ganadería, o si se quiere medir la efectividad de un proceso químico o biológico de tratamiento de aguas residuales. (Ramirez, 2016), esto a su vez nos permite evaluar su calidad a través de la reglamentación nacional vigente.
2. Checklist/
Es una enumeración generalmente de forma vertical de instrumentos, necesidades, propósitos, cantidades con el fin de cumplir un objetivo, es una herramienta muy efectiva a nivel profesional en el área de la medicina y la ciencia. (B'allar, 2010)

Esta parte de la investigación es angular, dado que se empiezan a tomar las primeras decisiones importantes del estudio, debe pensarse en cada situación, en planes alternativos, no debe dejarse pasar por alto ningún factor dadas las condiciones cartográficas de la zona de estudio.

Durante la etapa de planeación también es importante determinar las funciones de cada uno de los participantes, dependiendo de cada una de las características, capacidades y actitudes de los integrantes de la investigación, se dividen la tarea

La planeación final, es la consolidación de cada uno de los procesos que se van a realizar desde el momento en que se abandonan las instalaciones de la universidad, es decir: Transporte, elementos, metodologías, tareas, planes alternativos, planes de contingencia, y otros particulares importantes para el desarrollo de la actividad académica.

La planeación también considera el estado de los permios requeridos antes del trabajo de campo.

5.2 TRABAJO EN CAMPO

5.2.1. Reconocimiento inicial

Se recomienda realizar un acercamiento al cuerpo natural, es decir un reconocimiento visual del ecosistema que permita evaluar además de otras características la meteorología y el uso del suelo, este reconocimiento inicial puede ser apoyado por instrumentos digitales como Sistemas de Información Geográfico, que puedan, incluso sin ir al lugar, brindar una idea general del panorama al cual nos enfrentamos.

Todo trabajo en campo debe llevar la planeación lista y ya se deben haber definido las tareas individuales y haber fijado unos objetivos.

5.2.2. Reconocimiento en campo

Según el científico Sergio Contreras de la UCSC de Concepción, Chile; en toda investigación exitosa debe existir sensibilidad, visualización, determinación, integración desde el investigador hacia lo investigado, en ese orden de ideas, es bueno reconocer el lugar a través de experimentarle, es decir, caminar sobre el área de estudio, evaluar las actividades cercanas, identificar el servicio ambiental que cumple, analizar el suelo que le rodea, vegetación, fauna, entre otros posibles factores.

5.2.3. Preparación de los equipos

Cada minuto cuenta dentro del trabajo en campo, la preparación de los equipos en ocasiones el parte del trabajo en campo que toma más tiempo en desarrollarse principalmente porque muchas veces se necesita desempacar, calibrar instrumentos, en ocasiones cambiarse de ropa, verificar que cada uno de los instrumentos funcione, verificar, por ejemplo, el medio de transporte dentro de la laguna., y por último dar inicio a la búsqueda de la información requerida.

Dado que el tipo de muestreo a desarrollar es simple, se anticiparon necesarios los siguientes instrumentos que nos permiten tomar muestras o datar cifras de variables fisicoquímicas en la columna de agua o el sedimento del ecosistema acuático.

5.2.3.1. Ubicación

El GPS, es un instrumento que nos permitirá demostrar la localización global en donde se encuentra ubicada la laguna, así como los puntos exactos de las estaciones de la campaña de muestreo (Ver ilustración 5); cuando se desea determinar la posición tridimensional, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo cuatro satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y hora del reloj de cada uno de ellos, además de información sobre la constelación. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante el método de trilateración inversa, el

cual se basa en determinar la distancia de cada satélite al punto de medición (Toloza, Juan Manuel 03 de 2013), a esto se le denomina triangulación. Éste instrumento además nos puede determinar la temperatura ambiente.

Los resultados son dados en Latitud y Longitud, y en minutos y segundos.

La temperatura se da en grados centígrados



Ilustración 5. GPS Toloza, Juan Manuel (03 de 2013

5.2.3.2. Transporte

La UCSC cuenta con vans que pueden ser solicitadas por grupos de estudio para movilizarse a algún lugar de objetivo académico, también son requeridas a la hora de realizar salidas de campo y para programas interdisciplinares como buceo científico.

Según las Guías de Toma de muestras Crisol, es fundamental contar anticipadamente con el servicio de transporte, para ello debe conocerse el estado de la carretera, vías de acceso y vías alternas, peajes, duración aproximada de los recorridos.

5.2.3.3. Locomoción

La zodiac es una embarcación neumática, y se define como un bote ligero en cuyos lados proa están comprendidos por tubos flexibles de aire (Ver Ilustración 6) o de gas. Estas embarcaciones en realidad se llaman lanchas neumáticas y Zodiac es la más popular de las marcas francesas que construye las embarcaciones. (Gaunt y Barker 2000). Esta embarcación nos permitirá movilizarnos hasta las estaciones dentro de la laguna, con la seguridad de los chalecos correspondientes para cada participante.

Se resalta la importancia de esta embarcación de UCSC dado que sería antiético e irresponsable dentro de las mismas prácticas investigativas bajo el umbral de la bioética: Usar transporte a motor alimentado por hidrocarburos. Además, lo prohíben los actores y líderes ambientales de Antihuala.



Ilustración 6 Zodiac UCSC. Contreras, Sergio 2018

Para el trabajo insitu, y la consolidación de la cadena custodia se requieren los siguientes instrumentos:

Columna de agua

5.2.3.4. Botella Niskin

La Botella Niskin es utilizada para la toma de muestras de agua dulce y salada, tiene las piezas superior e inferior sujetas por un tubo elástico resistente al agua La caída de un mensajero libera el mecanismo de cierre. Las botellas se pueden usar de modo discreto, con un gancho central, en cascada o montadas en roseta, su material puede ser de PVSC o metálicas. (Wetzel & Likens 2011) este instrumento tiene una capacidad de 1 a 5 Lt y nos permitirá alcanzar muestras del cuerpo de agua en diferentes profundidades y subirlas a la zodiac, donde luego de depositar la muestra en un balde que se sugiere sea de metal se procede a la medición de parámetro sin situ. (Ilustración 7)



Ilustración 7. Botella Niskin. Espedia Nutica, Chile

Este instrumento es principalmente utilizado por oceanógrafos, es decir que parte de esta técnica puede verse referenciada por la experiencia en investigación oceanográfica del científico Sergio Contreras.

Los pasos que a seguir en el uso de la botella deben especificarse en el aula de clase, y deben ser comprendida por cada uno de los participantes de los grupos de toma de muestras, esto es importante esencialmente dado que el profesor no se embarcara en ningún grupo a la hora de hacer la determinación in situ de la Laguna Antihuala.

5.2.3.5. Embudo

Nos permite realizar un manejo hidráulico de las muestras tomando el agua proveniente de la Botella Niskin y llevarlas a frascos o bidones con el fin de conservar o analizar parte de ellas. El instrumento puede ser plástico, pero se recomienda que sea de acero inoxidable.

5.2.3.6. Bidones

Son recipientes que pueden ser de plástico o de metal, cuya finalidad es contener, transportar, almacenar y preservar diferentes cantidades de agua o líquidos.

5.2.3.7. Vasos de Precipitados

En este caso nos facilitan a realizar un manejo más adecuado de sondas como el phimetro, conductímetro, Turbidímetro y oxigenó metro. Son recipientes de bajos volúmenes con el fin de apoyar actividades científicas, generalmente de vidrio.

5.2.3.8. Sondas y Maletas de caracterización

PHímetro

Es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución acuosa, la varita de soporte del electrodo es de vidrio común y no es conductor, mientras que el bulbo sensible, que es el extremo sensible del electrodo, está formado por un vidrio polarizable (vidrio sensible de pH). Como se evidencia en la imagen 5, el equipo consta de un sensor el cual debe ser calibrado previo a cada medición, y unos blancos que representan una concentración de acidez que reconoce el censor para ayudar a su ajuste.

La unidad de medida de del pH son las unidades de pH. (Ver Ilustración 8)



Ilustración 8 pHimetro refrenciador (Trabinho Quintero, 2010)

Oxímetro

Tal y como lo explica el ingeniero Jose Chang: " El primero en implementar una celda de vidrio para medir el oxígeno fue el doctor Leland C. Clark Jr. (1918–2005 en 1956, él fue un diseñador bioquímico norteamericano de gran reconocimiento por sus aportes a la química.

El ideó una celda amperométrica que era amperométrica polarizada a 800mV. La celda está construida por media celda de plata y un metal noble como paladio o platino. (Ilustración 9)

La reducción de oxígeno se da desde los 400 hasta los 1300mV, es por ello que se recomienda una potencia de 800mV para realizar la polarización, dicho voltaje es suministrado por una fuente externa, es por ello que el instrumento o bien debe tener un repuesto de baterías y haberle revisado el estado de las mismas, o se debió cargar con anticipación conectándolo a una fuente eléctrica.

La unidad de medida del oxímetro es mg/L



Ilustración 9 Oxímetro; (Leal, Greddard, 2014)

Conductímetro

Es otro instrumento que nos permite evaluar parámetros fisicoquímicos ,éste mide la resistencia eléctrica que ejerce el volumen de una disolución encerrado entre los dos electrodos, y dependiendo del electrodo, realiza las operaciones necesarias y muestra la conductividad en la pantalla. Es decir, mide la capacidad de conducir la corriente eléctrica. (Manual Crison, pag 67)

El conductímetro mide la conductividad eléctrica de los iones en una disolución. Para ello aplica un campo eléctrico entre dos electrodos y mide la resistencia eléctrica de la disolución. Para evitar cambios en las sustancias, efectos de capa sobre los electrodos, etc. se aplica una corriente alterna. Para concebir el imaginario es importante saber el concepto de salinidad. (Ver Ilustración 10)

Salinidad Se refiere a la concentración de una disolución teórica de NaCl con la misma conductividad que la muestra en estudio. Se expresa en ppm o g/l de NaCl. *(Manual Crison, pag 67). Es iportante también reconcoer el papel de la temperatura, tiende a aumentar con ésta.*

La unidad de medida del conductímetro es µS/cm



Ilustración 10. Referencia conductímetro. (Molina, E,2014)

Turbidímetro

Es otro instrumento que a través de un análisis óptico y tiene la capacidad de determinar la cantidad de sustancias en un líquido, se emplea en la medición de partículas en suspensión en un fluidos. Tiene como principio de funcionamiento la detención de las partículas con una fuente de haz lumínico y un detector de luz fijada a 90 grados del haz original. Puede ser un instrumento portátil o fijo, también conocido como del nefelómetro, aunque pueden existir diferencias entre los modelos de estos instrumentos, dependiendo del arreglo geométrico de la fuente luminosa conrespecto a la fotocelda. Wetzel & Likens (2011). (Ver Ilustración 11)



Ilustración 11Referencia de turbidímetro Tomado de Lrouse científico, 2014 Edit. 2 Pg, 205 Química.

CTD

Son sondas multiparamétricas que nos permiten medir ciertos números de variables fisicoquímicas y otros parámetros, es usado principalmente en la oceanografía, pero también responde a variables de cuerpos de agua dulce, Los parámetros base que se suelen tener como base de la sonda CTD, son: Conductividad, temperatura y profundidad, al instrumento se le pueden añadir sensores adicionales. La lectura de la información del sensor es digital y comprimida, es decir, debe descomprimirse en un dispositivo digital para luego ser leído adecuadamente. (Contreras, Sergio, 2018) Ver imagen Ilustración 11.

El sensor del CTD va recubierto por una protección metálica inoxidable que le permita amortiguar golpes y proteger los accesorios sensibles del instrumento. Es importante reconocer que estos instrumentos vienen acompañados de softwares con el fin de decodificar, desencriptar y caracterizar los resultados tomados por e CTD, algunos de estos softwares son difíciles de manipular y requieren una agilidad computacional.

El CTD debe ser lavado con agua dulce limpia antes y después de la toma de las muesras, su manipulación durante el muesttreo debe ser cuidadoso y riguroso.



Ilustración 11. CTD rerenciador. (Goyeneche y Gonzáles, 2010)

Sedimento

5.2.3.9. Draga

El funcionamiento de este sistema se basa en un mecanismo sencillo de cierre de la Draga: Esta draga permite obtener muestras de sedimentos superficiales. cuchara, lo que le confiere una alta eficacia en la toma de muestras de sedimento superficial, minimizando la pérdida de material fino durante el ascenso de la draga a la embarcación.

Cuando la parte inferior toca el fondo, el sistema de percha que engancha con el cabo de izado se destensa, liberando la traba que mantiene la draga abierta. Al subir la draga ésta se cierra por su propio peso reteniendo el sedimento. Construida en acero inoxidable 316. Capacidad de carga de 2 a 3 Kg de muestra. Peso total con carga 10 Kg. (Website: info@eco-dym.com.ar) Ver Ilustración 12.



Ilustración 12. . Referenciador de Draga, tomado de info@eco-dym.com.ar

5.2.4. Metodología del muestreo

Cada persona debe saber su función dentro de la investigación.
Debe repasarse el procedimiento en grupo.
La persona a cargo del muestreo debe verificar que el equipo esté debidamente calibrado, con suficiente carga, con sus estándares reglamentarios; y de ser posible, un equipo de reemplazo por cualquier emergencia.

Asi pues, e debe verificar que se cuente con todas las botellas necesarias para la recolección de muestras, ya sean plásticas o de vidrio, y lo que es muy importante, se debe incluir botellas extras, por cualquier eventualidad.

Para finalizar esta parte de planeación y trabajo de campo es necesario recalcar que a la hora del muestreo se deben seguir los siguientes pasos

1. Antes de recolectar la muestra verifique que el envase esté limpio y debidamente identificado con el código de la muestra y otra información que permita identificarla. (Rotulado)

2. Tomar la cantidad de muestra recomendada para cada tipo de análisis (recomendaciones generales) o de acuerdo a las disposiciones del laboratorio donde se realizarán los análisis.

3. Verificar los instrumentos y sondas a usar insitu y calibrarlos.

4. Recuerde siempre enjuagar el recipiente recolector de dos a tres veces con la muestra, aunque usted esté seguro de la limpieza del mismo

5. Llene el recipiente de las muestras para laboratorio completamente, sin dejar cámara de aire.

5.2.4.1. Toma de coordenadas y fijación de puntos de muestreo

Las coordenadas de muestreo deben ser previamente reflexionadas, se propone dividir el numero de muestreos de una manera en la que se de una idea de la totalidad de la cuenca, asi se podría decir que lo mas efectivo para los casos de lagunas es: Realizar tres muestreos en puntos que se relacionen con el afluente, el efluente y el centro de la laguna.

Luego de llegar a una coordenada aproximada o concreta de toman los datos mostrados por el GPS y de ser posible se toma una foto a la pantalla del mismo.

Tan solo esta actividad requiere de tres personas, una que maneje e zoodiac, otra que manipule el GPS y otra que pueda apuntar los datos.

Luego de esto se procede a la utilización de los instrumentos para la medición de parámetros in sito como lo son PH, conductividad, turbidez y conductividad y temperatura.

Se tomarán las muestras a tres profundidades diferentes.
Dependiendo de la profundidad, se establece que se tomaran muestras en la superficie, a media columna de agua y a profundidad de columna de agua.

Para ello:

5.2.4.2. Superficie

Se toma una muestra superficial colocando un balse a 45° de la lamina de agua y se sustrae una cantidad considerable. Luego de esto de pasa con mucho cuidado a un vaso de precipitado de 20ml a través de un embudo.
Dentro del vaso de precipitado se toman las muestras requeridas a través de los instrumentos de sonda.
De este modo: Una persona maneja el zoodiac, otra persona toma la muestra de la lámina de agua, otra persona trabaja con el equipos y maletines de muestreo (Que deben estar calibrados y listos para la medición) y otra persona toma los apuntes de los resultados.
Se deben realizar los muestreos en triplicado al igual que los resultados de cada uno de los instrumentos.

5.2.4.3. Media Culmina de agua

Teniendo en cuenta que ya se sabe la profundidad total de la laguna, luego de calcular la altura media de la columna de agua, se procede a enviar la botella niskin, se procede a tomar una muestra luego de enviado el mensajero. La muestra tomada se pasa a través de un embudo para traspasar la muestra a vasos de precipitado. Luego se procede a tomar los datos requeridos por cada uno de los instrumentos.

5.2.4.4. Profundidad

Se realiza el mismo procedimiento anterior a una profundidad casi máxima, para este caso se debe ser más cuidadoso de no provocar una turbidez innecesaria al hacer contacto con el sedimento.

5.2.4.5. Sedimento

Es el ultimo material recolectado, se envía una draga, la cual tiene un peso de unos 5 kilos aproximadamente, debe enviarse manera vertical y totalmente abierta, en el momento en que llegue a la profundidad máxima debe esperarse un poco para que parte del sedimento entre a la draga y luego si cerrarla, se sube el material y es almacenado en bolsas herméticas que deben estar correctamente membretadas.

5.3. TRABAJO EN LABORATORIO

En esta fase de la investigación los estudiantes de la UCSC, en compañía del docente Sergio Contreras, realizaran trabajo de laboratorio que conste de tres secciones en las cuales se destacan: La determinación de nitritos y fosfatos, la determinación de pigmentos fotosintéticos totales en agua y sedimento y la determinación de materia orgánica participada en la columna de agua.

5.3.1. Determinación de Nitritos en columna de agua.

La determinación del nitrito puede indicar índices de inestabilidad en el cuerpo de agua, el nitrito aparece como producto del metabolismo microbiano de nitritos la oxidación del amonio, y sus niveles pueden ser mayor en donde se evidencian zonas de mayor productividad biológica. (Contreras, Sergio; 2018. Laboratorio de Limnología y Oceanografía UCSC).

La metodología implantada es la espectrofotometría, la muestra se toma de os bidones previamente rotulados, y se filtra con un filtro de 0,45 micrómetros;. La muestra filtrada se coloca en un matraz de Erlenmeyer limpio. Luego se agrega

1mL de solución de sulfanilamida (Ver Anexo 2, Guías de laboratorio). Luego se agrega 1 mL de etilendiamina, agitando hasta lograr su máxima intensidad. Luego de 10 minutos se mide su reacción en el espectrofotómetro a 543 nanómetros en una celda de 1cm de cuarzo. Se preparan soluciones de 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75 y 2,0 en triplicado con la cual se construye una curva de calibración o curva patrón. (Contreras, Sergio; 2018. Laboratorio de Limnología y Oceanografía UCSC).

Los instrumentos relevantes en este procedimiento son:

Espectrofotómetro:

un instrumento con el que se apoya la espectrofotometría para medir la cantidad de intensidad de luz absorbida después de pasar a través de una solución muestra; usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. También se utiliza en laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y microorganismos. (HE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY Vol. 278, No. 49. Consultado el 20 de enero de 2016.) Ver ilustración 13



Ilustración 13. . Espectofotometro Referenciador Chemestri, vol 278

5.3.2. Determinación de fosforo.

El fosforo en sistemas acuáticos puede encontrarse de manera soluble o particulada, la fracción particulada puede estar relacionada con al material vivo o detritus y al material inorgánico mineral, por esta razón se requiere filtrar y oxidar la muestra. (Contreras, Sergio; 2018. Laboratorio de Limnología y Oceanografía UCSC).

El método utilizado para el análisis de laboratorio se basa en la formación de heteropoliacido soluble, de color amarillo. Que posteriormente se reduce con ácido ascórbico a azul de molibdeno, que representa mejores condiciones espectrofotométricas para el análisis.

Para ellos primero se debe realizar una preparación en triplicado de los distintos estándares a través de una solución de trabajo, según la guía de laboratorio entregada por Contreras, Sergio docente de la UCSC, la concentración debe estar detro del rango para las concentraciones estimadas y serán de 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75 y 2,0. Luego de este procedimiento se debe colocar 45 mL de cada estándar n matraces Erlenmeyer en un baño de termostato a 30°C hasta alcanzar un equilibrio térmico. Luego de agregar 5 mL de la solución mixta se debe dejar reposar con un mínimo de 10 min, luego se deben medir las soluciones coloreadas en el espectrofotómetro a 885 nanómetros en celdas de 1 cm. Luego se construye la curva patrón y se hace medición de las estaciones en muestreo.

5.3.3. Determinación de pigmentos fotosintéticos.

El objetivo de este laboratorio es medir a cantidad de biomasa fitoplantonica, existen tres métodos para determinar estas concentraciones en el agua y son: espectrofotometría, flurometria y cromatografía liquida de alto rendimiento (Contreras, Sergio; 2018. Laboratorio de Limnología y Oceanografía UCSC). Para ello se debe realizar la extracción de pigmentos totales en agua y en sedimento como se describe en la guía de laboratorio numero dos adjuntada en los anexos.

Para la determinación, se debe trasferir 3 mL dele extracto clarificado a una celda de espectrofotómetro y se lee la absorbancia en 750 y 664 nanómetros.

Luego se acidifica el extracto en la celda añadiendo 0,1 mL de HCl para luego medir su absorbancia en la misma longitud de onda que el paso anterior, es importante recordar que, la acidificación se debe encontrar entre 0,1 y 1,0 unidades.

Para finalizar, se resta la absorbancia que obtuvo la lectura a 750nanometros a los resultados de 664 nanómetros. Utilizando los valores corregidos, se calcula la concentración de clorofila en relación a sus volúmenes como se expresa en las ecuaciones del anexo.

5.3.4. Determinación de materia orgánica en suspensión y en sedimento.

El ciclo de producción de la materia orgánica se inicia con la fijación de carbono por parte del fitoplancton ya que este representa la principal rama de la trama en ecosistemas acuáticos. El carbono así, se va transportando a otros niveles de la trama, pero gran parte de él se excreta o exuda por parte de organismos vivos.

La metodología más utilizada para la determinación de materia orgánica, es por ignición de carbono orgánico por titulación. La determinación de estos índices

podría indicarnos las condiciones ambientales prevalecientes en el sistema acuático. (Contreras, Sergio; 2018. Laboratorio de Limnología y Oceanografía UCSC).

Para ello se secan los sedimentos previamente liofilizados, y degradados en un mortero a unos 60°C, hasta lograr un peso constante después de 12 a 24 horas para luego conservarse en un desecador.

Luego se calcinan los crisoles vacíos a unos 550°C por 4 a 6 horas, y se enfrían en un desecador para finalmente pesarlos hasta alcanzar un dato constante.

Luego de tarar los crisoles y agregar una submuestra de 2 gr en triplicado de sedimento las muestras se deben calcinar a 550°C por cuatro horas. Luego se enfrían en un desecador y se pesan nuevamente.

Finalmente, las muestras se muflan de nuevo, esta vez a 950°C, por dos horas. Luego se repite el proceso de sedimento, pero pesando los filtros en los crisoles para la determinación de MO en el cuerpo de agua.

5.4. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se presentan teniendo en cuenta el siguiente procedimiento: Se realizará la cadena custodia insitu, la cual requiere la recopilación de la información de cada grupo de trabajo.

Para los resultados de laboratorio se presentará para cada uno de los custro laboratorios realizados en la facultad de ciencias.

Posteriormente se realizará el análisis el cual consta de una comparación con bibliografía relacionada de otros autores y académicos y en la sustentación de los índices resultantes de cada una de las prácticas en relación a lo aprendido en clase.

Finalmente se realizará en el informe presentado a la comunidad Antihuala en donde se pretende describir en propiedad las características fisicoquímicas del cuerpo de agua y un análisis de su posible actividad física química y biológica en relación a todos os datos recolectados y analizados.

6. CRONOGRAMA

El cronograma de actividades para el desarrollo de la investigación dio inicio el 2 de abril, con el fin de cumplir los objetivos de divulgación el 9 de julio. En él, podemos señalar cuatro partes en el desarrollo de la investigación, de color piel, evidenciamos la propuesta e introducción del proyecto, a su vez el establecimiento de la Alianza Socio comunitaria, la planificación de instrumentos y el trabajo de campo en compañía de habitantes y académicos de la comunidad Antihuala; en el mes de mayo, se realizaron los ensayos de laboratorio pertinentes para la determinación de compuestos físicos y químicos en el cuerpo de agua y sedimentos, a su vez se realizó la recopilación inicial de los datos para todas las estaciones del proyecto.

En el mes de junio, se trabajó en computación, diagramación de resultados y comparación entre estaciones. (ver tabla 2)

Finalmente, el mes de julio comprende actividades de presentación de la información y análisis pertinente para una final divulgación a las partes interesadas en el proyecto.

	2018												
	Abril					Mayo				Junio		Julio	
Fecha / Actividad	2	6	9	16	7	14	21	28	10	17	24	6	9
Cátedra introductoria a cuerpos de agua lénticos y acercamiento a AyS.													
Propuesta de trabajo académico Antihuala a estudiantes UCSC.													
Establecimiento de Alianza con Socio Comunitario.													
Lineamientos básicos de cadena custodia, presentación de formatos.													
Información, y antecedentes de la laguna Antihuala													
Realización de Check-List de elementos, materiales e instrumentos necesarios para la toma de muestras.													

Solicitud de Zodiac a la Facultad de Ciencias UCSC.													
Trabajo de campo, toma de datos in situ, tomas de muestras de cuerpo de agua y sedimento.													
Primer acercamiento con estudiantes y académicos de la comunidad Antihuala.													
Laboratorio 1, Determinación de Nitritos y Fosfatos													
Laboratorio 1, Repetición													
Laboratorio 2, Determinación de clorofila A,B y C													
LaboratorioNo3, Determinación de materia Orgánica													
Recopilación de información por parte de los grupos de investigación del grupo.													
Trabajo en computación, diagramación de resultados y comparación entre estaciones													
Trabajo comunitario, en recolección final y análisis de los resultados.													
Entrega del informe escrito impreso y en formato Word (hecho en parejas) y presentación Power Point del Informe grupal.													
Presentación a estudiantes y representantes de la Escuela Orlando Delgado de la Comunidad de Antihuala													

Tabla 2, Cronograma de Actividades de la investigación, el autor.

7. RESULTADOS

Se logró un trabajo en equipo liderado por el investigador Sergio Contreras de la USCS, antes de la salir de la Facultad que quedaba a dos horas de la comunidad destino, se prepararon cada uno de los elementos requeridos para la investigación, se calibraron cada uno los instrumentos expuestos anteriormente y se realizó una última descripción de la metodología a realizar en la laguna, a su vez cada uno de los integrantes del equipo determino su rol dentro de la investigación; de esta manera tuvimos:

Grupo1: Emerson R y Sebastián B. En cargados del GPS y la Ecosonda.

Grupo2: Catalina C y Sebastián M. Encargados de la estación 1.

Grupo 3: Francisca C y Natalia G Encargados de la estación 3

Grupo 4: Gabriela V y Carlos Q Encargados de la estación 4.

Previo a la cadena custodia se realizó el check list en donde se resalta:

- *Draga*
- *Cubeta*
- *Bolsas de basura*
- *Guantes*
- *Frascos de vidrio*
- *Embudo*
- *Botella Niskin*
- *Bidones*
- *Vasos de precipitados*
- *Cooler*
- *Red de zooplancton*
- *GPS*
- *Zodiak*
- *EXO*
- *CTD*
- *Rótulos*
- *Maletas con sensores de ph, turbidez, conductividad y oxígeno disuelto.*
- *Automóvil para llegar al lugar*

- *Cámara fotográfica.*
- *Cinta*
- *Equipo de Primeros Auxilios*
- *Zodiac*
- *Esferos*
- *Tablillas de apoyo*
- *Botas*
- *Chalecos Salvavidas*
- Neveras de icopor o poliuretano con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C.
- Frasco lavador.
- Toalla de papel absorbente.

7.1 RESULTADOS PARAMETROS IN SITU

Ubicación: Se ha utilizado el GPS para realizar el siguiente diagrama de localización, en donde se demuestran satelitalmente a ubicación espacial de los sitios de muestreo. La posición satelital de cada estación se ve reflejada en la cadena custodia. (Ver tabla 3)

El CTD, nos permitió establecer las siguientes ubicaciones y profundidades, señaladas en el siguiente diagrama:

N°	S	W	Profundidad (m)
1	37°40:30,8	073°23:55,8	3,4
2	37°40:30,0	073°23:56,8	5,2
3	37°40:29,3	073°23:58,5	3,3
4	37°40:27,5	073°23:55,5	1,7
5	37°40:26,6	073°23:54,6	2,3
6	37°40:32,9	073°23:59,3	5,9
7	37°40:33,5	073°23:57,6	4,5
8	37°40:32,3	073°24:01,0	3,2
9	37°40:34,6	073°24:02,3	4,2
10	37°40:35,2	073°24:01,7	5,8
11	37°40:36,1	073°24:04	4,5

12	37°40:39,0	073°24:02,7	2,7
13	37°40:38,1	073°24:04,4	4,4
14	37°40:37,1	073°24:05,5	2,0
15	37°40:38,8	073°24:04,2	1,1

Tabla 3. Georreferenciación de la investigación, autor.

Para los efectos de georeferenciciacion de cada una de las muestras tomadas por el GPS y el CTD se tiene (Ver ilustración 14)



Y la cadena custodia se presenta a continuación;

Ilustración 14. Georreferenciación de puntos de muestreo, UCSC Ciencias

7.2 RESULTADOS PRACTICAS DE LABORATORIO

Determinación de nitritos en la columna de agua:

Se realizaron las mediciones luego de la metodología planteada en triplicado donde (Ver tabla 4)

Nitrito [uM]	Absorbancia	Abs (corregida)
0,10	0,007	0,005
0,10	0,008	0,006
0,10	0,008	0,006
0,25	0,009	0,007
0,25	0,015	0,013
0,25	0,015	0,013
0,50	0,015	0,013
0,50	0,017	0,015
0,50	0,021	0,019
0,75	0,03	0,028
0,75	0,036	0,034
0,75	0,026	0,024
1,00	0,05	0,048

1,00	0,056	0,054
1,00	0,049	0,047
1,25	0,057	0,055
1,25	0,057	0,055
1,25	0,059	0,057
1,50	0,081	0,079
1,50	0,08	0,078
1,50	0,082	0,080
1,75	0,087	0,085
1,75	0,092	0,090
1,75	0,101	0,099
2,00	0,103	0,101
2,00	0,105	0,103
2,00	0,114	0,112

Tabla 4. Mediciones de nitritos en columna de agua. Autor

De esta manera se construyó la curva patrón (Ver Ilustración 15)

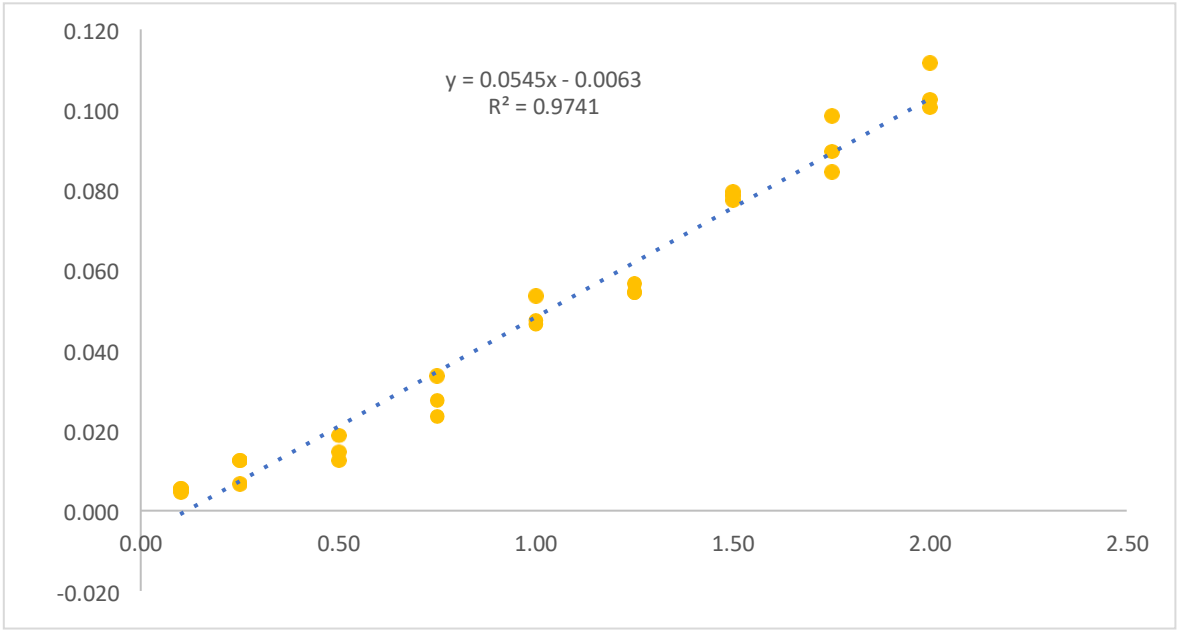


Ilustración 15. Curva Patron. Nitritos, El autor

En la siguiente tabla se dataron los promedios de Nitrito para afluente, efluente, Estación 1, Estación 2 y Estación 3 en triplicado con un resultado promedio (Ver tabla 5)

Estación	*Abs*	*AbsC*	*Nitrito*	*Promedio*
LA Afl 1	0,021	0,019	0,23	
LA Afl 2	0,028	0,026	0,36	
LA Afl 3	0,028	0,026	0,36	0,31
LA Efl 1	0,013	0,011	0,08	
LA Efl 2	0,007	0,005	-0,03	
LA Efl 3	0,01	0,008	0,03	0,03
LA E1 Sup 1	0,017	0,015	0,15	
LA E1 Sup 2	0,017	0,015	0,15	
LA E1 Sup 3	0,018	0,016	0,17	0,16
LA E1 1.7m 1	0,247	0,245	4,37	
LA E1 1.7m 2	0,416	0,414	7,47	
LA E1 1.7m 3	0,342	0,340	6,12	5,99
LA E2 Sup 1	0,017	0,015	0,15	
LA E2 Sup 2	0,03	0,028	0,39	
LA E2 Sup 3	0,08	0,078	1,31	0,62
LA E2 5.7m 1	0,008	0,006	-0,01	
LA E2 5.7m 2	0,021	0,019	0,23	
LA E2 5.7m 3	0,01	0,008	0,03	0,08
LA E3 Sup 1	0,01	0,008	0,03	

LA E3 Sup 2	0,013	0,011	0,08	
LA E3 Sup 3	0,004	0,002	-0,09	0,01
LA E3 6.0m 1	0,018	0,016	0,17	
LA E3 6.0m 2	0,012	0,010	0,06	
LA E3 6.0m 3	0,014	0,012	0,10	0,11

Tabla 5. Nitritos en estaciones. El autor

Determinación de Pigmentos Fotosintéticos:

Clorofila para Columna de Agua:

La siguiente tabla determina la cantidad de filtros y su peso correspondiente, con el cual se pretende realizar la filtración de la columna de agua. (Ver tabla 6)

filtro	peso (g)	vol. Extracto (mL)	vol. Filtrado (L)
11	0,121	10	0,8
1	0,119		0,9
4	0,124		0,6
3	0,120		0,5
6	0,199		0,85
5	0,121		0,75
10	0,127		0,1

Tabla 6, pesos de filtros. Para clorofila. El autor

Luego de eso se midieron las siguientes concentraciones, en las siguientes longitudes de onda para superficie y profundidad para cada una de las estaciones (Ver tabla 7)

longitud de onda (nm)	ES.1 (P)(11)	ES.1 (S)(1)	ES.2 (P)(4)	ES.2 (S)(3)	ES.3 (P)(6)	ES.3 (S)(5)	Efluente (10)

750 (Ac)	0,0073	0.0061	0,0079	0,0059	0,0067	0,0067	0,0058
	0,0069	0,0063	0,0077	0,0069	0,0062	0,0067	0,0057
	0,0068	0,0062	0,0076	0,0061	0,0060	0,0068	0,0062
prom	**0,0070**	**0,0063**	**0,0077**	**0,0063**	**0,0063**	**0,0067**	**0,0059**
750(N.Ac)	0,0068	0,0057	0,0070	0,0064	0,0084	0,0069	0,0062
	0,0069	0,0056	0,0070	0,0063	0,0068	0,0069	0,0058
	0,0069	0,0057	0,0068	0,0062	0,0070	0,0070	0,0058
prom	**0,0069**	**0,0057**	**0,0069**	**0,0063**	**0,0074**	**0,0069**	**0,0059**
664	0,0859	0,0376	0,0292	0,0315	0,0539	0,0913	0,0544
	0,0861	0,0376	0,0289	0,0319	0,0547	0,0915	0,0542
	0,0855	0,0375	0,0288	0,0317	0,0537	0,0915	0,0550
prom	**0,0858**	**0,0376**	**0,0290**	**0,0317**	**0,0541**	**0,0914**	**0,0545**
665 (Ac)	0,0574	0,0294	0,0226	0,0231	0,0405	0,0596	0,0409
	0,0576	0,0294	0,0221	0,0231	0,0388	0,0597	0,0409
	0,0578	0,0294	0,0218	0,0229	0,0396	0,0598	0,0409
prom	**0,0576**	**0,0294**	**0,0222**	**0,0230**	**0,0396**	**0,0597**	**0,0409**
647	0,0279	0,0144	0,0136	0,0130	0,0185	0,0292	0,0179
	0,0279	0,0145	0,0134	0,0134	0,0204	0,0292	0,0177
	0,0275	0,0143	0,0133	0,0133	0,0180	0,0292	0,0177
prom	**0,0278**	**0,0144**	**0,0134**	**0,0132**	**0,0190**	**0,0292**	**0,0178**
630	0,0241	0,0119	0,0121	0,0116	0,0151	0,0241	0,0148
	0,0231	0,0120	0,0118	0,0113	0,0168	0,0241	0,0134
	0,0230	0,0119	0,0121	0,0113	0,0160	0,0241	0,0135
prom	**0,0234**	**0,0119**	**0,0120**	**0,0114**	**0,0160**	**0,0241**	**0,0139**
480	0,0706	0,0342	0,0288	0,0303	0,0474	0,0785	0,0482
	0,0706	0,0344	0,0286	0,0295	0,0475	0,0788	0,0463
	0,0706	0,0344	0,0285	0,0296	0,0492	0,0787	0,0468
prom	**0,0706**	**0,0343**	**0,0286**	**0,0298**	**0,0480**	**0,0787**	**0,0471**
430	0,1824	0,0824	0,0617	0,0698	0,1175	0,1995	0,1099
	0,1825	0,0823	0,0615	0,0700	0,1175	0,2001	0,1089
	0,1827	0,0826	0,0616	0,0701	0,1187	0,2000	0,1094
prom	**0,1825**	**0,0824**	**0,0616**	**0,0700**	**0,1179**	**0,1999**	**0,1094**

Tabla 7. Compilación de longitudes y concentraciones de onda. El autor.

Esta tabla representa las concentraciones de clorofila A, B, y C dependiendo del volumen del extracto y el volumen del cuerpo de agua filtrado. (Ver tabla 8)

clorofila a	11,85*A664 (a)	1,54*A647 (b)	0,08*A630 c	a-b-c	(a-b-c)*vol. Extracto (mL)	x/vol. Filtrado (L)
ES.1 (P)(11)	1,017	0,043	0,002	0,972	9,725	**12,156**
ES.1 (S)(1)	0,445	0,022	0,001	0,422	4,220	**4,689**

ES.2 (P)(4)	0,343	0,021	0,001	0,322	3,216	**5,360**
ES.2 (S)(3)	0,376	0,020	0,001	0,354	3,544	**7,087**
ES.3 (P)(6)	0,641	0,029	0,001	0,611	6,106	**7,184**
ES.3 (S)(5)	1,083	0,045	0,002	1,037	10,366	**13,821**
Efluente (10)	0,646	0,027	0,001	0,618	6,177	**61,775**

Tabla 8. Concentraciones de clorofila. El autor

Ahora bien, para la determinación de pigmentos fotosintéticos en el sedimento:

Tenemos las siguientes concentraciones para cada estación: (Ver tabla 9)

clorofila a	11,93*A664	1,93*A647	a-b	(a-b)*vol.extracto	x/gr. Sedimento
E1S	7,5525	0,4608	7,0917	70,9173	**35,3879**
E2S	9,8478	0,5780	9,2698	92,6978	**46,2795**
E3S	8,5510	0,5225	8,0286	80,2858	**40,0428**

Tabla 9. Concentraciones de clorofila por estación. El autor

Determinación de Materia Orgánica (MO): Primero se obtuvieron los pesos de los crisoles, en total se han pesado quince crisoles de los cuales corresponden los siguientes datos:

(Ver tabla 10)

Crisol	masa crisol vacios (g)
1	34,590
2	34,164
3	28,363
4	34,121
5	32,346
6	30,844

7	36,754
8	35,401
9	32,765
10	34,739
11	33,783
12	31,685
13	33,770
14	35,065
15	34,480

Tabla 10. Crisoles y su peso. El autor

El peso de los filtros es: (Ver tabla 11)

Filtro	Peso (gr)
1	0,1187
2	0,119
3	0,1186
4	0,1235
5	0,1227
6	0,1197
7	0,1208
8	0,1201
9	0,1185
10	0,1190
11	0,1214
12	0,1187
13	0,1195
14	0,1193
15	0,1195
16	0,1195
17	0,1209
18	0,1191
19	0,1207
20	0,1199

Tabla 11. Pesos de los filtros. El autor

A continuación, observamos los resultados de los pesos de sedimento en cada estación por triplicado y en columna de agua por cada estación en profundidad y en superficie, es por eso

que los datos de filtro únicamente se encuentran en las casillas de muestra de agua superficial y profunda de cada estación y no tiene dato de sedimento. (Ver tabla 12)

Estación	sedimento agregado (g)	filtro	mL filtrados	Peso filtro(g)
E.1 prof	-	2	600	0,119
E.3	2,006	-	-	
E.1	2,008	-	-	
E.1 sup	-	14	550	0,1193
E.1	2,002	-	-	
E.3 prof	-	8	700	0,1201
E.3	2,004	-	-	
E.2	2,008	-	-	
E.3 sup	-	7	750	0,1208
E.2	2,000	-	-	
E.2	2,001	-	-	
E.3	2,005	-	-	
E.2 sup	-	12	550	0,1187
E.1	2,002	-	-	
E.2 prof	-	13	400	0,1195

Tabla 12. Sedimento agregado por estación. El autor

De esta manera: Obtuvimos de pendiendo de cada crisol si era de sedimento o de columna de agua los siguientes porcentajes de materia orgánica. Ver tabla 13.

crisol	masa final (g)	%MOT
1	34,714	-4,2
2	35,624	27,2
3	29,825	27,2
4	34,247	-5,6
5	33,810	26,9
6	30,970	-4,9

7	38,220	26,8
8	36,870	26,8
9	32,892	-5,1
10	36,197	27,1
11	35,249	26,7
12	33,136	27,6
13	33,895	-5,3
14	36,524	27,1
15	34,605	-4,6

Tabla 13. Concentración de M.O por estación. El autor

De la información se debe resaltar el porcentaje de MO en cada estación, por ende. (Ver tabla 14)

	%MOT
E1	27,1
E2	26,9
E3	27,2

Tabla 14. Concentración de MO por estación. El autor

De esta manera podemos resumir la información recolectada en el laboratorio a través de los diferentes análisis. (Ver tabla 15)

	Nitritos	Fosfatos	Pigmentos F Clorofila A (CA)	MO%
Afluente	0,31			
Efluente	0,03			
Estacion 1 S	0,16		0,445	-5,6
Estacion 1 P	5,99		1,017	-4,2
Estacion 2 S	0,62		0,376	-5,3

Estacion 2 P	0,08		0,343	-4,6
Estacion 3S	0,01		1,083	-5,1
Estacion 3 P	0,11		0,641	-4,9
Sedim. E1			7,55	27,06
Sedim. E2			9,85	26,86
Sedim. E3			8,55	27,2

Tabla 15. Compilación de información. El autor

En la información del CTD, podemos encontrar:

Estación 1: en orden de izquierda a derecha señalados en cuadro rojo: Temperatura, conductividad y Oxígeno Disuelto (Ver Ilustración 16,17, 18)

***E**stación 1*

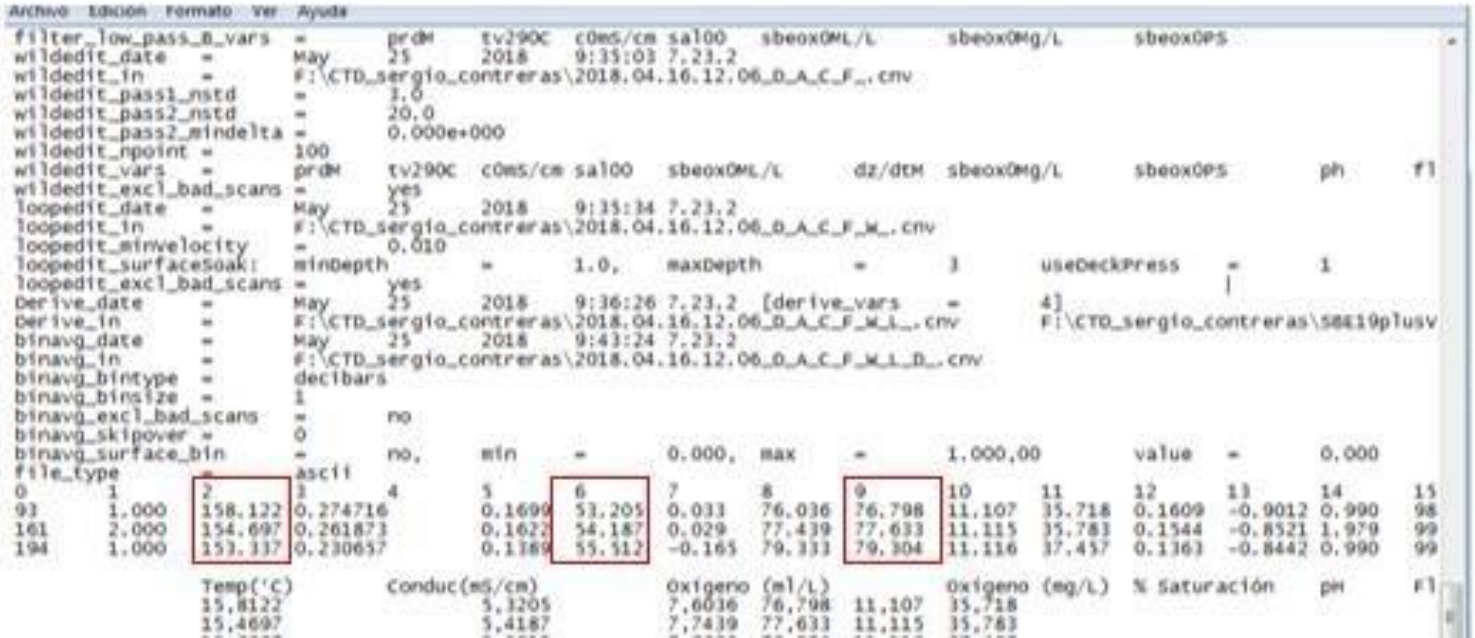
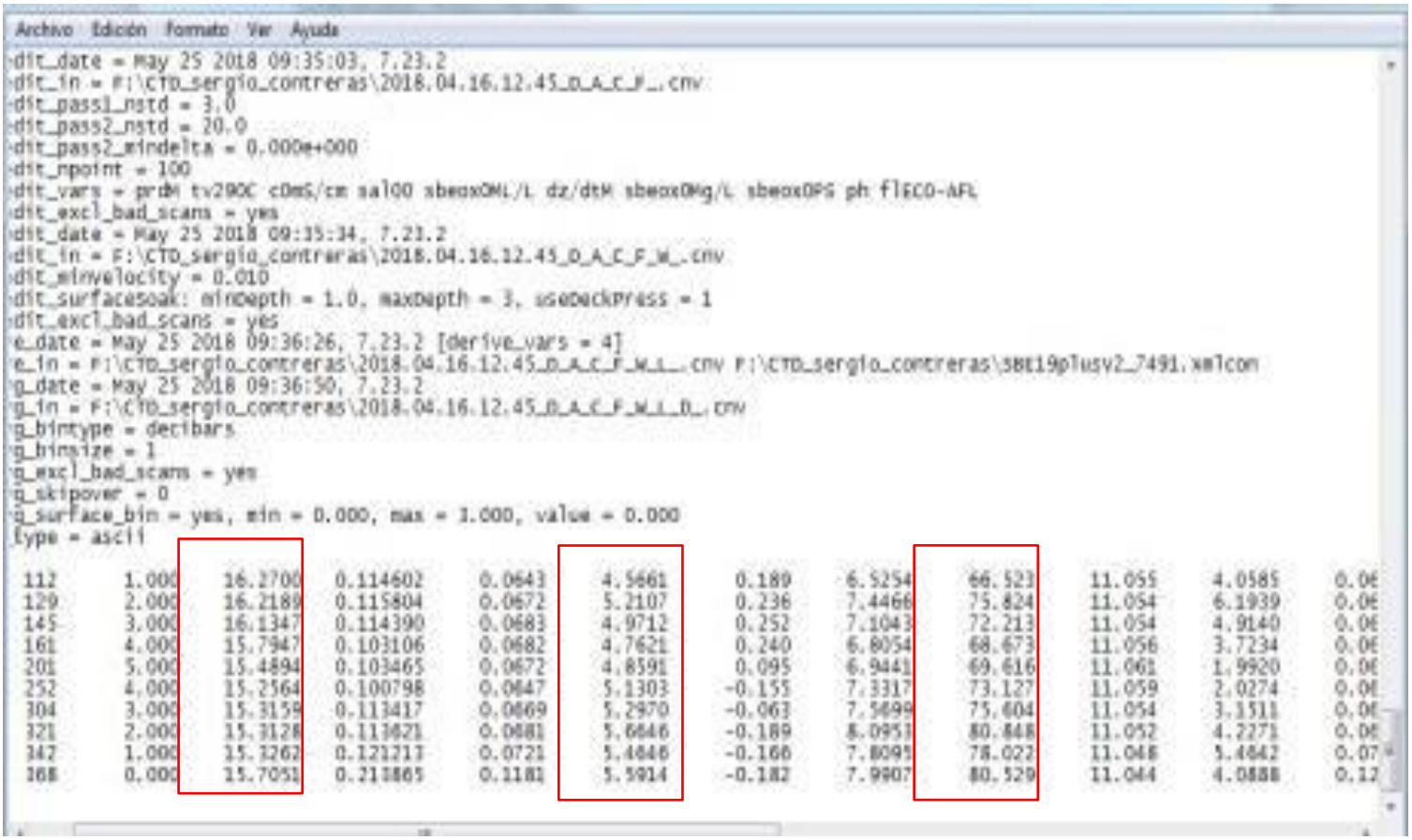


Ilustración 16. Screamshot CTD, estación 1 resultados software, El autor

Estación 2



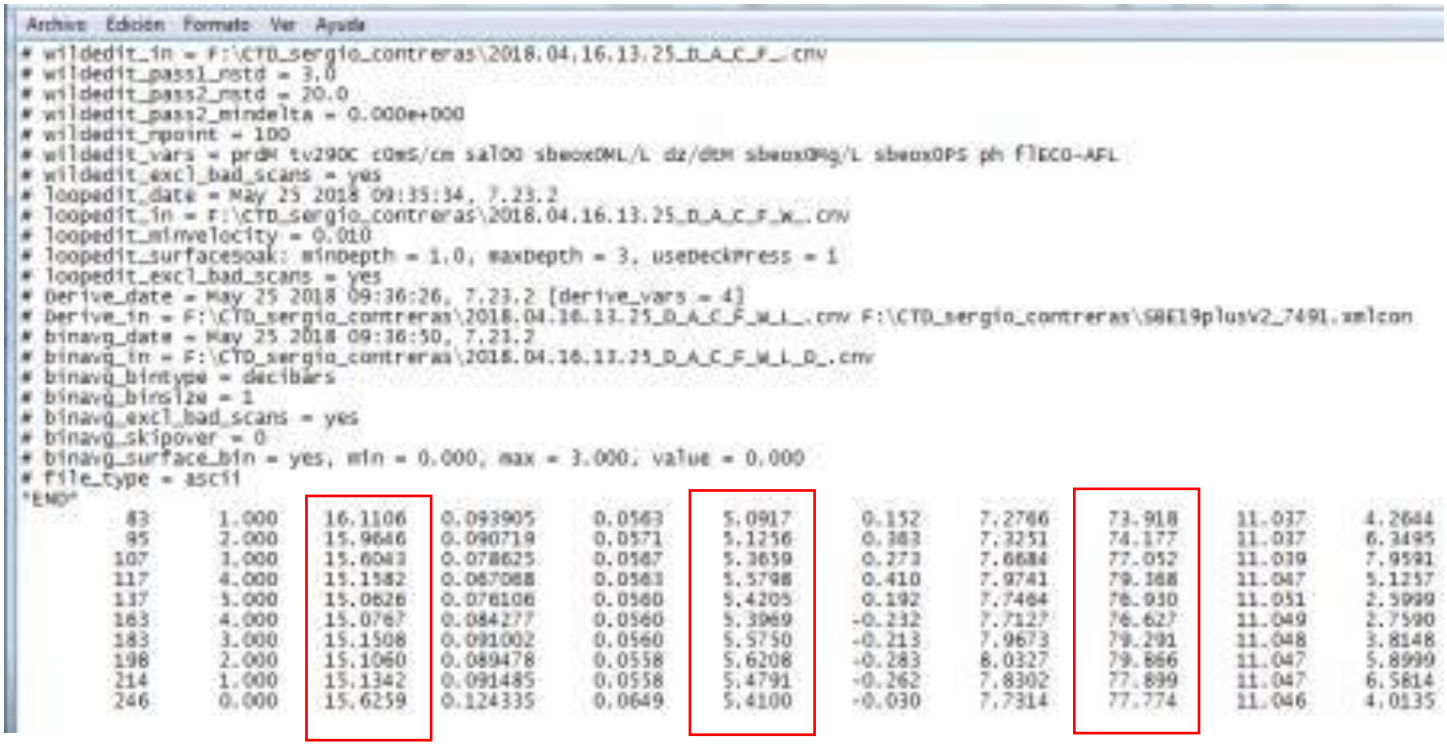
Archivo Edición Formato Ver Ayuda

```
dit_date = May 25 2018 09:35:03, 7.23.2
dit_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.12.45_D_A_C_F_.cnv
dit_pass1_nstd = 3.0
dit_pass2_nstd = 20.0
dit_pass2_windelta = 0.000e+000
dit_npoint = 100
dit_vars = prdM tv290C c0mS/cm sal00 sbeoxOML/L dz/dtM sbeoxOMg/L sbeoxOPS ph flECO-AFL
dit_excl_bad_scans = yes
dit_date = May 25 2018 09:35:34, 7.23.2
dit_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.12.45_D_A_C_F_W_.cnv
dit_minvelocity = 0.010
dit_surfacesoak: minDepth = 1.0, maxDepth = 3, useDeckPress = 1
dit_excl_bad_scans = yes
e_date = May 25 2018 09:36:26, 7.23.2 [derive_vars = 4]
e_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.12.45_D_A_C_F_W_1_.cnv F:\CTD_sergio_contreras\SBE19plusV2_7491.xmlcon
g_date = May 25 2018 09:36:50, 7.23.2
g_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.12.45_D_A_C_F_W_1_D_.cnv
g_bintype = decibars
g_binsize = 1
g_excl_bad_scans = yes
g_skipover = 0
g_surface_bin = yes, min = 0.000, max = 1.000, value = 0.000
type = ascii
```

112	1.000	16.2700	0.114602	0.0643	4.5661	0.189	6.5254	66.523	11.055	4.0585	0.0E
129	2.000	16.2189	0.115804	0.0672	5.2107	0.236	7.4466	75.824	11.054	6.1939	0.0E
145	3.000	16.1347	0.114390	0.0683	4.9712	0.252	7.1043	72.213	11.054	4.9140	0.0E
161	4.000	15.7947	0.103106	0.0682	4.7621	0.240	6.8054	68.673	11.056	3.7234	0.0E
201	5.000	15.4894	0.103465	0.0672	4.8591	0.095	6.9441	69.616	11.061	1.9920	0.0E
252	4.000	15.2564	0.100798	0.0647	5.1303	-0.155	7.3317	73.127	11.059	2.0274	0.0E
304	3.000	15.3159	0.113417	0.0869	5.2970	-0.063	7.5699	75.604	11.054	3.1511	0.0E
321	2.000	15.3128	0.113621	0.0681	5.6646	-0.189	8.0953	80.848	11.052	4.2271	0.0E
347	1.000	15.3262	0.121213	0.0721	5.4646	-0.166	7.8095	78.022	11.048	5.4642	0.07
368	0.000	15.7051	0.213865	0.1181	5.5914	-0.182	7.9907	80.529	11.044	4.0888	0.12

Ilustración 17. Screamshot CTD, estación 2 resultados software, El autor

Estación 3



Archivo Edición Formato Ver Ayuda

```
# wildedit_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.13.25_D_A_C_F_.cnv
# wildedit_pass1_nstd = 3.0
# wildedit_pass2_nstd = 20.0
# wildedit_pass2_mindelta = 0.000e+000
# wildedit_npoint = 100
# wildedit_vars = prdM tv290C c0mS/cm sal00 sbeoxDNL/L dz/dtM sbeoxDMg/L sbeoxDPS ph flECO-AFL
# wildedit_excl_bad_scans = yes
# loopedit_date = May 25 2018 09:35:34, 7.23.2
# loopedit_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.13.25_D_A_C_F_W_.cnv
# loopedit_minvelocity = 0.010
# loopedit_surfacesoak: minDepth = 1.0, maxDepth = 3, useDeckPress = 1
# loopedit_excl_bad_scans = yes
# Derive_date = May 25 2018 09:36:26, 7.23.2 [derive_vars = 4]
# Derive_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.13.25_D_A_C_F_W_1_.cnv F:\CTD_sergio_contreras\SBE19plusV2_7491.xmlcon
# binavg_date = May 25 2018 09:36:50, 7.21.2
# binavg_in = F:\CTD_sergio_contreras\2018.04.16.13.25_D_A_C_F_W_1_D_.cnv
# binavg_bintype = decibars
# binavg_binsize = 1
# binavg_excl_bad_scans = yes
# binavg_skipover = 0
# binavg_surface_bin = yes, min = 0.000, max = 3.000, value = 0.000
# file_type = ascii
*END*
```

83	1.000	16.1106	0.093905	0.0563	5.0917	0.152	7.2766	73.918	11.037	4.2644
95	2.000	15.9646	0.090719	0.0571	5.1256	0.383	7.3251	74.177	11.037	6.3495
107	3.000	15.6043	0.078625	0.0567	5.3659	0.273	7.6684	77.052	11.039	7.9591
117	4.000	15.1582	0.067068	0.0563	5.5798	0.410	7.9741	79.168	11.047	5.1257
137	5.000	15.0626	0.076106	0.0560	5.4205	0.192	7.7464	78.030	11.051	2.5999
163	4.000	15.0767	0.084277	0.0560	5.3969	-0.232	7.7127	76.627	11.049	2.7590
183	3.000	15.1508	0.091002	0.0560	5.5750	-0.213	7.9673	79.291	11.048	3.8148
198	2.000	15.1060	0.089478	0.0558	5.6208	-0.283	8.0327	79.866	11.047	5.8999
214	1.000	15.1342	0.091485	0.0558	5.4791	-0.262	7.8302	77.899	11.047	6.5814
246	0.000	15.6259	0.124335	0.0649	5.4100	-0.030	7.7314	77.774	11.046	4.0135

Ilustración 18. Screamshot CTD, estación 3 resultados software, El autor

En resumen el CTD registra (Ver tabla 16)

	Temp °C	Conductividad (ms/cm)	OD (mL/L)
Esta 1	15,44	5,43	77,63
Esta 2	16,13	5,67	73,12
Esta 3	15,13	5,37	76,77

Tabla 16. Resumen resultados CTD por estacion. El autor

Compilacion y resumen de resultados (Tabla 17)

INSITU											
	E1 S	E1P	E2S	E2P	E3S	E3P	AFL	EFL	E1 Sed	E2 Sed	E3 Sed
Ph	6,84	8,62	7,8	7,03	6,69	7,4					
Temp	19	19,6	16,2	15,01	17,13	15,06					
Cond	119,6	113,7	116,6	105,4	121,5	245					
Turb	2,8	4,46	2,67	5,56	3,8	6,42					
OD	9,57	8,9	8,33	6,93	8,75	6,21					
LAB											
Nitritos	0,16	5,99	0,62	0,08	0,01	0,11	0,31	0,03			
Fostafos											
clorof A	0,45	1,02	0,38	0,346	1,09	0,645		0,65	755	9,85	8,55
Clorf B	0,028	0,054	0,026	0,026	0,056	0,037		0,034	0,46	0,58	0,52
Clorf C	4,2	0,97	0,35	0,32	1,034	0,61		0,61	7,09	9,27	8,03
MO	-5,6	-4,2	-5,6	-4,6	-5,1	-4,9			27,06	26,86	27,2
CTD											
Temp		15,44		16,13		15,13					

Cond		5,43		5,67		5,37					
OD		77,63		73,12		76,77					

Tabla 17. Compilación de resultados. El autor.

Determinación de fosfatos en la columna de agua:

Lamentablemente este proceso se vio afectado dadas algunos inconvenientes presentados en el laboratorio de Limnología y Oceanografía, estas se dieron porque: 1. Empezaba el paro de lucha feminista en Concepción y el laboratorio empezaba a tener algunos arreglos de infraestructura.

7.3. PRESENTTACIÓN A LA COMUNIDAD

Luego de tener los resultados y de realizar los correspondientes análisis presentados en el siguiente capítulo. Se procedió a formalizar la divulgación de la información a alas partes interesadas anteriormente descritas.

Esto ocurrió en el auditorio de la Facultad de historia de la UCSC, como lo evidencian las siguientes imágenes (Ver Ilustración 19, 20, 21)



Ilustración 19. Disertación JSMP. Fac Historia. 2018



Ilustración 20.. Disertación FOyL UCSC. Fac Historia. 2018



Ilustración 21Disertacion, JSMP, Fac Historia, 2019

8. ANALISIS DE RESULTADOS

8.2. RESULTADOS IN SITU

El área de estudio corresponde a un ecosistema rural localizado en la localidad de Antihuala, Chile a 37º 40' 19'' latitud sur,73º 24' 49'' longitud oeste y a una altitud de 110 m.s.n.m es una laguna de forma alargada y al parecer de origen fluvial y relicto de meandros y paleocanales del movimiento tectónico a través del tiempo, que según Parra, 2009 las lagunas de la región del Bio Bio presentan un origen asociado a procesos tectónicos que generaron el hundimiento de la superficie terrestre.

Este ecosistema acuático ha sido denominado comúnmente por los habitantes de la localidad como laguna Antihuala donde al principio se suponía, pero no se comprobaba la existencia de un afluente y un efluente. Sin embargo, en este estudio consideramos como laguna a un sistema semi-cerrado, transicional entre ambiente de agua dulce y dependiente de la estación del año.

Dado que la laguna Antihuala tiene una profundidad máxima promedio de 5,6 metros se clasifica como somera o poco profunda. (Ver Ilustración 22)

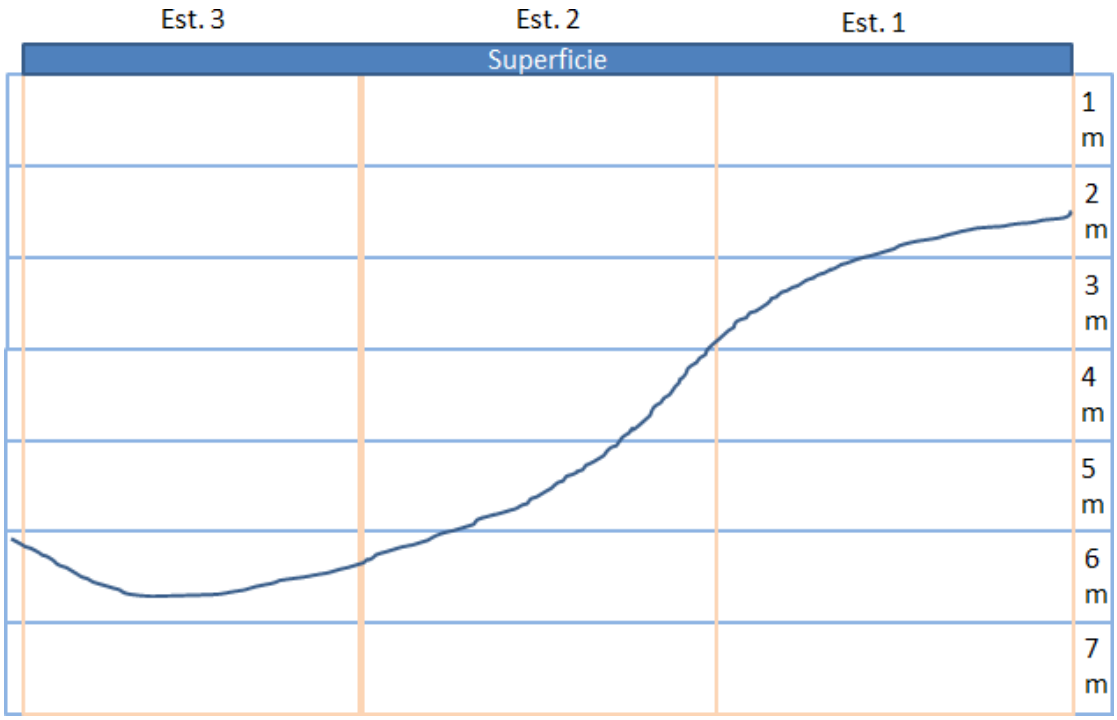


Ilustración 22. Análisis de altura de laguna Antihuala

Con él se puede idealizar las profundidades de las estaciones, ahora bien, para empezar a analizar el oxígeno disuelto se encuentra en las siguientes concentraciones. (Ver Ilustración 23)

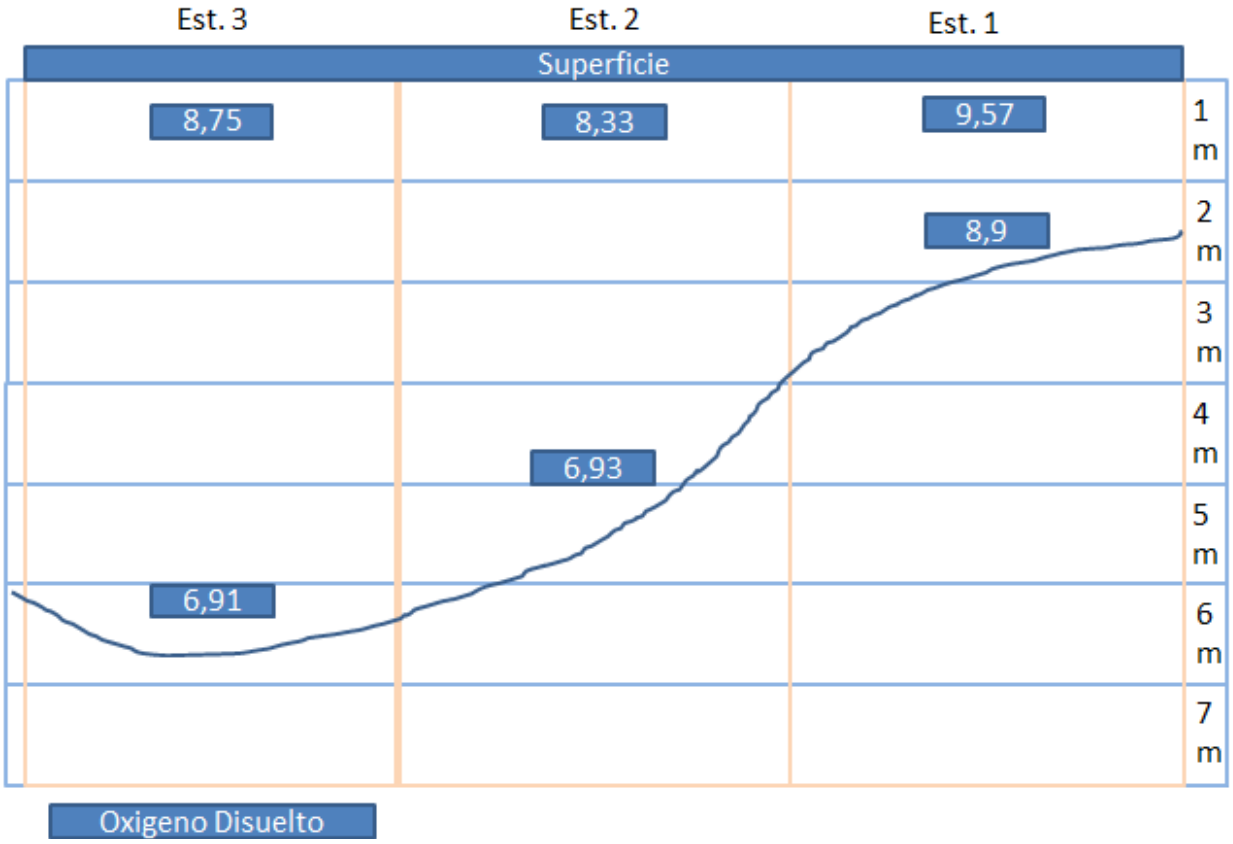


Ilustración 23. Análisis de Oxigeno Disuelto de laguna Antihuala

Como se evidencia existe un elevado índice de oxígeno disuelto en la estación más cercana al afluente, es decir que el cuerpo de agua llega con más oxigeno que con el que sale, esto es evidente dado que el oxígeno es utilizado por organismos para realizar procesos metabólicos y fotosintéticos. Es decir, apenas este parámetro nos está confirmando la existencia o posible existencia de organismos fotosintéticos como algas, lo cual querra decir que equivalentemente debe haber un porcentaje de materia orgánica en el sedimento o cuerpo de agua.

Como lo explica el biólogo S, Zinnerman de la Universidad Nacional de Colombia ésta variable es de vital importancia porque define en gran parte la biodiversidad y la supervivencia de la comunidad biótica.

Es importante reconocer que el oxígeno disuelto también está estrechamente relacionado con la capacidad metabólica y fotosintética de los organismos en un cuerpo de agua. Ahora bien relacionándolo con algunas de las medidas legales chilenas podemos decir: Que llega con un excelente nivel de oxigeno gaseoso (90 – 100 %), mientras que en la estación dos pasa a ser aceptable (60- 79%) para finalmente reducir en un 20% de concentración en relación a la primera estación, (Sedimento) Lo que ocurre en la superficie, es decir el balance de concentración de oxigeno también disminuye pero no con una distancia como en el sedimento, esto es evidente dado que el clima del momento de la muestra permitía la existencia de oxígeno en la superficie dado que no hacia tanto calor, o no superaba los 20°C, también es importante reconocer la gran cantidad de macrófitas cercanas al cuerpo que rodeándolo pueden favorecer la concentración de oxígeno en el agua.

Aunque como es de saberse este tipo de cuerpo de agua tiende a la eutrofización.

Es evidente la perdida de oxígeno en relación a la profundidad, es decir que las bacterias deben emerger a la superficie para poder encontrar mejores reservas de gas disuelto en el agua.

La medición del oxígeno disuelto como porcentaje de saturación, facilita la comparación de sitios con distintas temperaturas, presiones o salinidades (Chapman 1996).

Ahora bien, la temperatura. (Ver Ilustración 24)

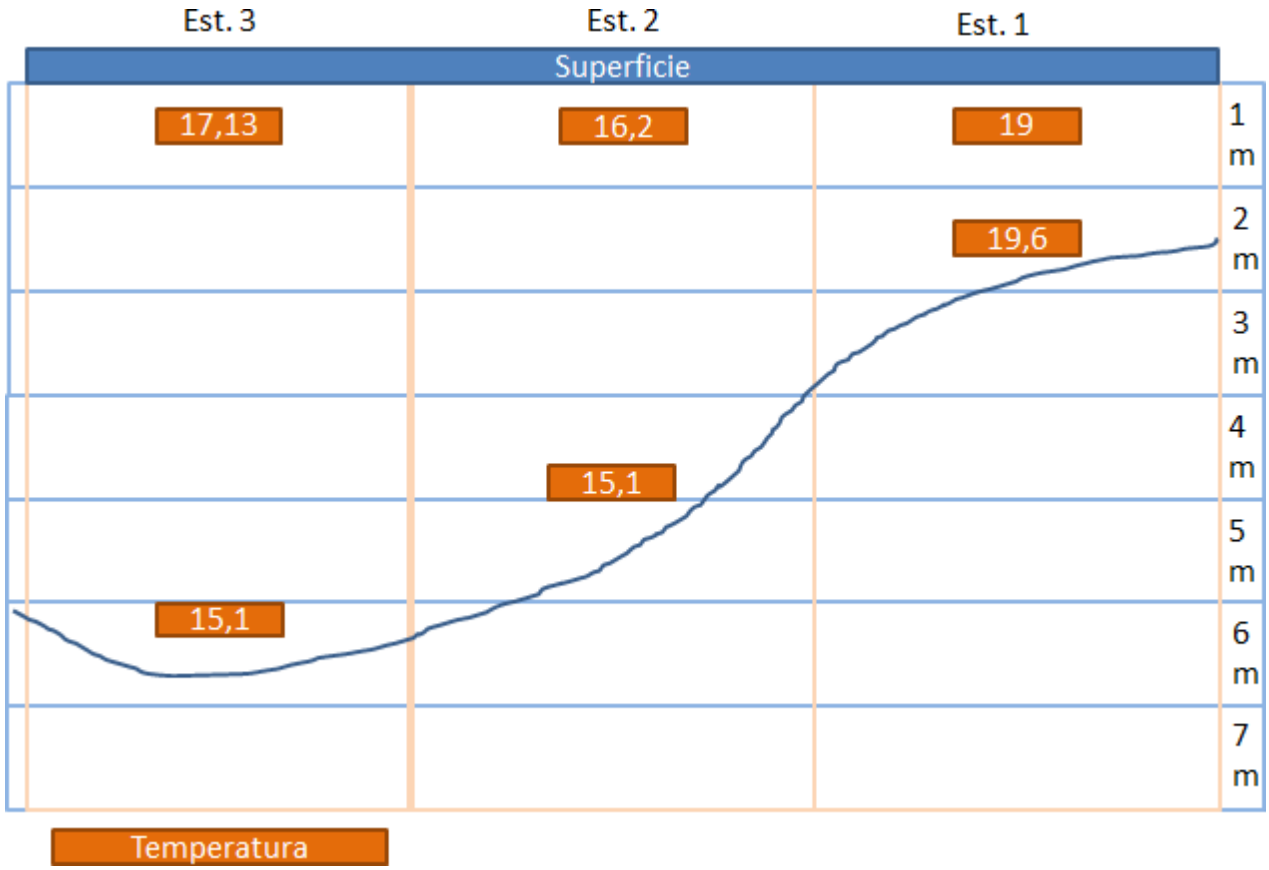


Ilustración 24. Análisis de temperatura de laguna Antihuala

La temperatura afecta los procesos físicos (volatilización, solubilidad de sales y gases como el oxígeno, estratificación de estanques), los procesos químicos (pH, equilibrio de ionización o concentración de amoníaco, velocidades de reacción) y los procesos biológicos (tasa metabólica, descomposición de materia orgánica) y por lo tanto, repercute en el efecto de los objetivos de esta investigación.

Comparándolo con la normatividad ambiental podemos decir que el cuerpo de agua según su temperatura corresponde a un cuerpo de agua entre fría y fresca es decir que es posible que oscile entre los 12 y los 27 °C para las fechas de muestreo (otoño), sin embargo, aun se desconocen datos en otras estaciones del año. Este tipo de temperaturas permiten al cuerpo de agua mantener el oxígeno disuelto por más tiempo.

Para los datos de pH (Ver Ilustración 25)

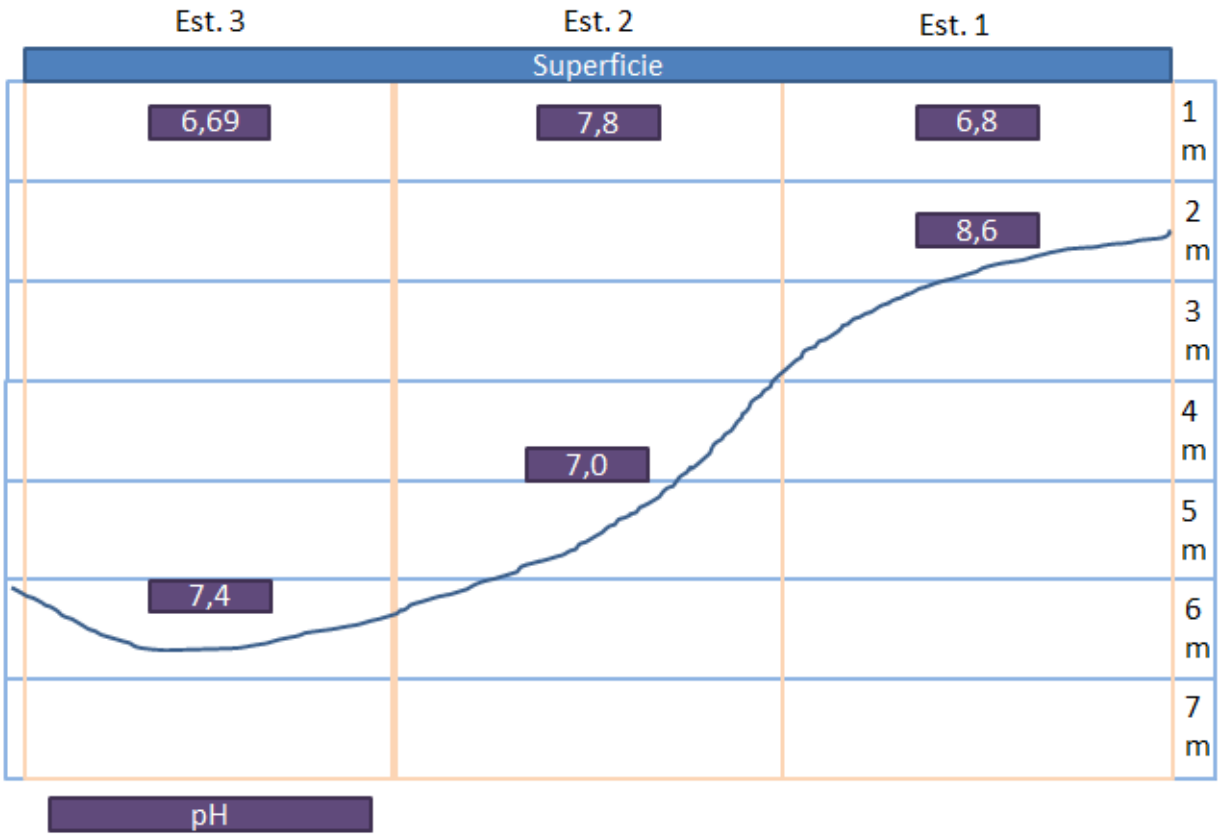


Ilustración 25. Análisis de pH de laguna Antihuala

Al igual que el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto, el pH es una variable común por su potencial como indicador de la calidad del agua en general. Tal y como lo propone Fernández y Groddie (2010), los cambios en el pH pueden indicar el ingreso de fertilizantes, particularmente cuando se registran mediciones continuas junto con la conductividad del cuerpo de agua y; de procesos de eutrofización, si se asocian con los ciclos de fotosíntesis y respiración de las algas. Además, el pH afecta la toxicidad de algunos compuestos, como el amoníaco, al controlar su ionización, así como, la disponibilidad biológica de ciertos contaminantes, como los metales pesados.

Algunos estudios muestran que sólo en el intervalo de 6.5 a 8.5, el agua es apropiada para la subsistencia de muchos sistemas biológicos. valores mayores a 9.0 y menores de 5.8 producen limitaciones al desarrollo y a la fisiología de los organismos acuáticos (Chapman 1996). Estas condiciones también se cumplen para la biota de las lagunas de inundación

Vemos que no hay ningún valor menor a 5 o menor a 9 en el potencial de acidez del cuerpo de agua, es decir que el fluido es óptimo para el desarrollo de organismos tanto fotosintéticos o metabólicos.

En la estación tres y uno ocurre una inversión de acidez, es decir que el agua tiende a ser más acida en el fondo del cuerpo de agua, mientras que en la estación dos tiende a ser en la superficie. Esta tendencia de acidificar el fondo puede estar relacionado con el oxígeno que es menor en el fondo en todas las estaciones y por ende a alguna actividad anaerobia que pueda nitrificar y acidificar el agua.

Turbiedad (Ver Ilustración 26)

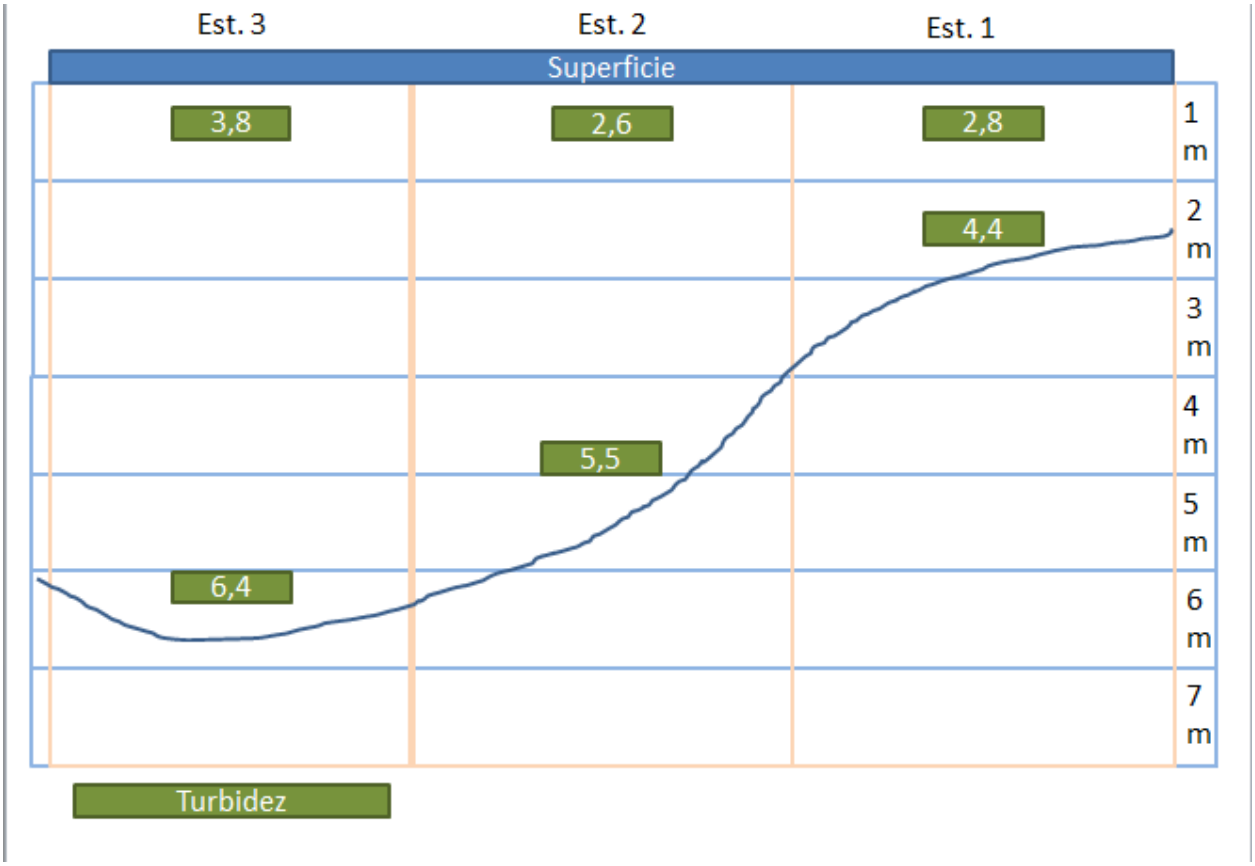


Ilustración 26. Análisis de turbidez de laguna Antihuala

Los sólidos generan problemas de colmatación y, la sedimentación puede formar deltas aguas arriba del reservorio y hasta destruir hábitats para los organismos acuáticos al disminuir la columna de agua. Además, existe una estrecha relación entre la concentración de los sólidos suspendidos y la calidad del agua, debido a su capacidad de adsorción de contaminantes como plaguicidas y nutrimentos, al control que ejercen sobre la turbiedad del agua y a su absorción de calor que aumenta la temperatura del agua (Dagne et al. 2005).

Como podemos evidenciar existe un índice mayor de turbiedad en el fondo del cuerpo de agua, es decir en el sedimento para ellos es relevante entender que e l tamaño de la partícula y la composición del sedimento influyen en la concentración de metales pesados en los sedimentos (Horowitz & Elrick, 1987). Una correlación significativa y positiva entre el Cd, Pb, Cu y la materia orgánica fue observada en los lagos estudiados. Según Lin & Chen (1998), sedimentos con altos contenidos de materia orgánica pueden tener altas concentraciones de metales

pesados, debido a que la materia orgánica presente aumenta la capacidad de adsorción de los metales. Es decir que existe una alta probabilidad de presencia de metales en el sedimento del cuerpo de agua.

Para conductividad (Ver imagen 27)

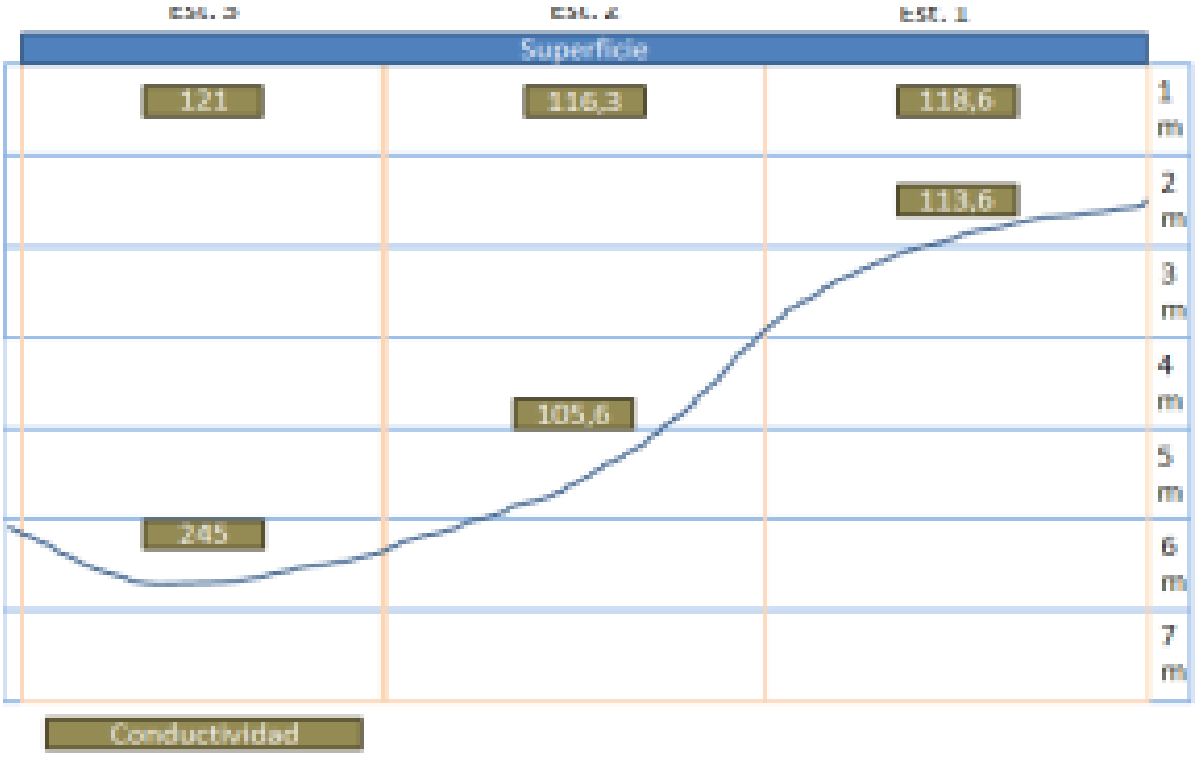


Ilustración 27. Análisis de conductividad de laguna Antihuala

Sirve como señal de ingreso de fertilizantes inorgánicos y por su relación con las concentraciones relativas de los iones cloruro, sulfato y potasio. Al obtenerse in situ a muy bajo costo, es un factor que contribuye a dar sostenibilidad a un programa de seguimiento ambiental. Primavesi et al. (2002) señalan a la conductividad como una de las variables que mejor discriminan la calidad del agua, entre los puntos de muestreo y su grado de protección hacia alteraciones antropogénicas. En general, se ha empleado como señal para establecer una estela de contaminación alrededor de un punto de descarga.

Como vemos existe una alta conductividad especialmente en el fondo de la estación número tres la más cercana al efluente. LA superficie permanece en un índice de no apta para el consumo humano. Este parámetro se relaciona con los STD, y como puede evidenciarse en relación con la turbiedad existe un foco tanto de turbiedad como de conductividad en el fondo de la estación 3, predecimos una comunidad microbiana.

8.2. RESULTADOS DE LABORATORIO

Determinación de Nitritos (Ver Ilustración 28)

Lo bueno de este parámetro es que pudo evaluarse con eficiencia en el laboratorio, pero también que se tienen resultados de concentraciones en el sedimento como se ve a continuación:



Ilustración 28. Análisis de nitritos de laguna Antihuala

Como se puede evidenciar la concentración de nitritos es mucho más elevada en el sedimento que en la columna de agua, esto determina que hay más actividad microbiana en las partes más profundas del cuerpo de agua.

Coomo evaluaba Rodruigez y Goyeneche, 2014 en lagunas de la la Region del Bio Bio las diferencias entre el epilimnion y el hipolimnion se hicieron cada vez menores hasta la ruptura de la estratificación térmica durante el otoño y la mezcla completa de la columna.

La materia organica presenta mayores concentraciones en el sedimento que en la columna de agua, esto quiere decir que el detritus del lecho del cuerpo de agua es muy activo. El detritus tiene una concentración casi del 30% de materia organica, esta materia organica es producto de alimentación y metabolismo de fauna y la fotosíntesis de la flora, además de la degradación de cuerpos vegetales y animales sin vida.

Esto quiere decir que existe una alta actividad biológica en el cuerpo de agua que principalmente se focaliza en el sedimento. También se puede inferir que dado a que el muestreo se realizó en horas de la tarde, el clima y la luminosidad permitieron que las bacterias no emergieran dado al riesgo de ser alimento de fitoplancton. Esto se puede ratificar en relación con las concentraciones de Clorofila A, B y C en el sedimento que mucho mas altas que en la columna de agua. Es decir, existe una relación casi directa entre la concentración de clorofila y MO en el sedimento de la laguna. Es decir que podemos inferir que la gran parte de la MO es detritus de cuerpos fotosintéticos.

9. CONCLUSIONES

- *El trabajo en campo se desarrolló sin percances, la cadena custodia nos permitió reunir toda la información in situ que necesitábamos, así, pudimos determinar que la laguna Antihuala es un cuerpo transicional de escorrentía.*

- *El trabajo en laboratorio bajo la supervisión del investigador Sergio Contreras se desarrolló con cuatro guías de laboratorio en la que tuvimos éxito en tres, allí se pudo determinar que el suelo se encuentra mucho mas nitrificado que la columna de agua, esto se debe a las actividades registradas antes de la investigación, es decir actividades de aprovechamiento de recursos forestales. Así se evidencia la presencia de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, esto define la espesa biodiversidad presente en el ecosistema.*

- *Al igual que otros cuerpos similares en la región del Bio Bio, Antihuala tiende a la eutrofización y en el futuro a convertirse en un cuerpo pantanoso. Esto debido a los altos niveles de materia orgánica encontrado en sedimento y columna de agua. Se evidencia alta actividad fotosintética y metabólica.*

- *Los servicios ecosistémicos que presenta la laguna cumplen un rol fundamental en brindar un nicho ecológico a especias de la zona, regula la temperatura y transicionalmente representa un soporte hidráulico en estación de verano.*

- *Las variaciones en la calidad físico química de la laguna Antihuala son resultado de la combinación de procesos naturales (meteorización y erosión del suelo) y de las contribuciones alcotanas y autóctonas en el cuerpo de agua antrópicas y no antrópicas.*

- *Se presentaron los resultados y se debatieron junto con las partes interesadas fomentado el desarrollo cultural, social, académico e investigativo de la comunidad Antihuala y la UCSC con mucho éxito.*

10. RECOMENDACIONES

- *Hacer uso adecuado de las actividades turísticas y recreacionales que se desarrollan en la laguna, estableciendo los criterios de uso de los servicios ecosistémicos, se cree el mas importante, no usar embarcaciones a motor que usen gasolina o Diesel dentro de la laguna.*

- *Realizar un muestreo o varios muestreos adicionales que nos puedan brindar datos complementarios que sean comparables y analizables con los presentados en este trabajo de grado; con el fin de fortalecer la Línea Base la Laguna Antihuala.*

- *Continuar fortaleciendo la investigación a través de la metodología AyS, que acerca a las comunidades, y las integra en torno al desarrollo de actividades académicas y pedagógicas que brindan el espacio de reconocimiento y apropiación del territorio.*

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Muestreo de Aguas Residuales. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Norma Mexicana NMX-AA-003-1980. Dirección General de Normas.

2. Standar Methods For The Examination Of Water & Wastewater. 21st. Edition. Centennial Edition. Sección 5520-B. 2005.

3. Autoridad Nacional del Ambiente. Informe de Avance (N°5). "El proyecto sobre técnicas de monitoreo de la calidad del agua (fase II) en la República de Panamá". Marzo 2011.

4. Aurazo, Margarita. "Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida". Organización Panamericana de la Salud. Lima, 2004.

5. Gobierno de Canarias. Dirección General de Aguas. Programa de seguimiento de las aguas superficiales. Directiva Marco del Agua. Memoria y Anejos. España, 2006.

6. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego). 2011.

7. Andrés, B. 2012. Lagunas urbanas en Concepción. ¿Una fuente de agua para enfrentar emergencias? Aidis, 42: 17-20.

8. American Public Health Association (APHA). 2012. Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, 541 pp.

9. Barica, J. 1992. Sustainable management of urban lakes: a new environmental challenge. Central Canadian Symposium on Water Pollution Research, Burlington, Ontario, 211 pp.

10. Bolund, P. & S. Hunhammar. 1999. Ecosystem services in urban areas. Ecol. Econ., 29: 293-301.

11. Brich, S. & J. McCaskie. 1999. Shallow urban lakes: a challenge for lake management. Hydrobiologia, 395/396: 365-377.

12. Campos, V., S. Lisperguer, J. Weckesser, A. Vera & D. Muñoz. 2005. Cyanobacteria and potential risks of toxicity in continental waters of Chile. Bol. Micol., 20: 73-81.

13. Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. Limnol. Oceanogr., 22(2): 361-369.

14. Carpenter, S.R. 2008. Phosphorus control is critical to mitigating eutrophication. PNAS, 105(32): 11039-11040.

15. Chin, A. 2006. Urban transformation of river landscapes in a global context. Geomorphology, 79: 460-487.

16. Chua, H.C., B.K. Tanb, C.H. Simc & M.K. Goyald. 2012. Treatment of base flow from an urban catchment by a floating wetland system. Ecol. Eng., 49: 170-180.

17. Flores, N. 2008. Urban Lakes: ecosystems at risk, worthy of the best care. Proceedings of Taal 2007: The 12th. World lake Conference, pp. 1333-1337.

18. Folk, R.L. & W.C. Ward. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. J. Sediment. Petrol., 27: 3-26.

12. WEBGRAFÍA

- https://www.ucsc.cl/noticias/facultad-de-ciencias-aporto-con-evaluacion-ambiental-del-agua-de-laguna-de-antihuala/attachment/limnologia-antihuala/

- https://www.futurorenovable.cl/proyecto-estudia-calidad-de-suelo-y-agua-de-laguna-antihuala/

- https://www.sea.gob.cl/documentacion/permisos-autorizaciones-ambientales/normativa-ambiental-aplicable

- https://www.leychile.cl/Consulta/listado_n_sel?itemsporpagina=10&totalitems=24&npagina=3&_grupo_aporte=&agr=1020&sub=503&comp=&tipCat=

13. ANEXOS

GALERÍA FOTOGRÁFICA




2



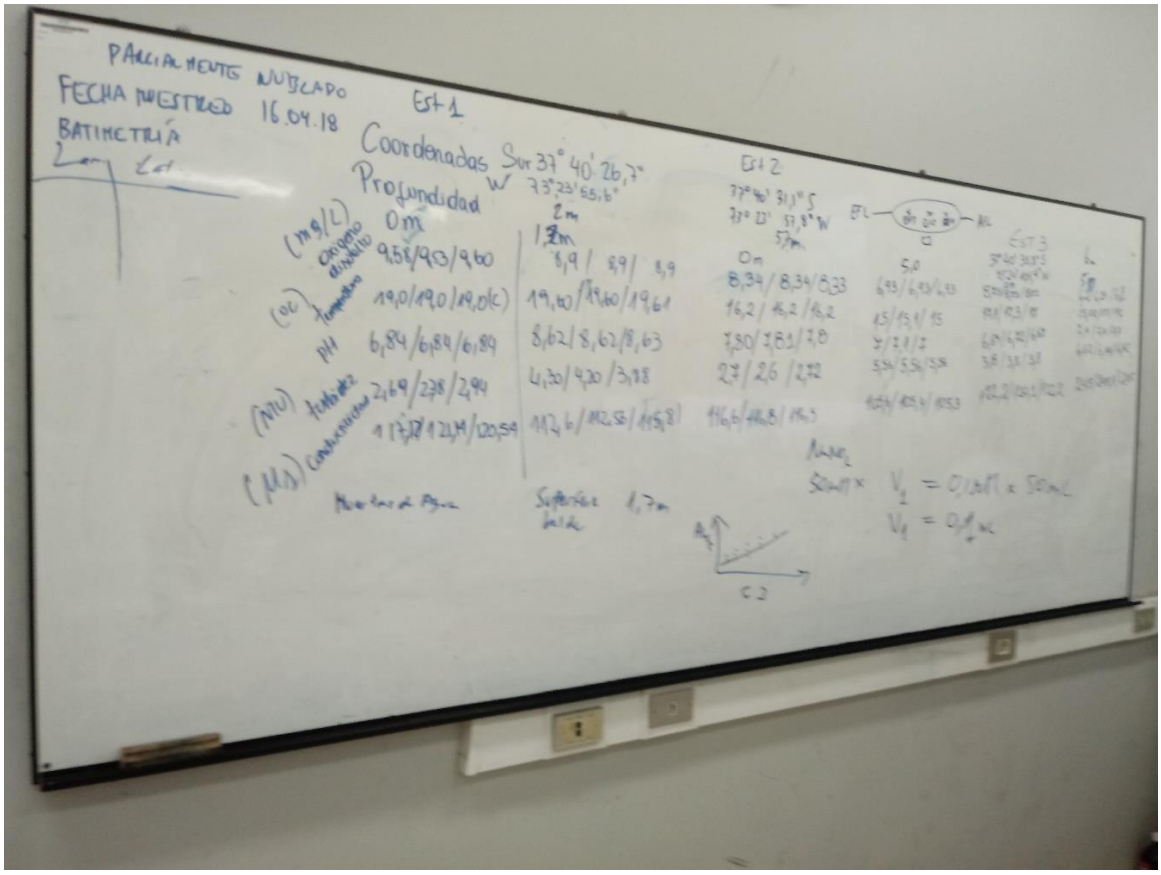
Laguna Antihula. Sergio Contreras. AyS.2018



Envases conteniendo muestras. Sergio Contreras. AyS.2018



Análisis de nitritos. Sergio Contreras. AyS.2018



Compilación resultados Cadena-Custodia. Sergio Contreras. AyS.2018



Filtración de muestras Sergio Contreras. AyS.2018



Laboratorio Limnología. Sergio Contreras. AyS.2018

PROYECTO	LINEA BASE: PARAMETROS FISICOQUIMICOS
CAMPAÑA	LAGUNA ANTIHUALA
NUMERO ESTACIÓNES	3
PROFUNDIDAD (max)	5,7 METROS
RESPONSABLE	ESTUDIANTES QUIMICA AMBIENTAL UCSC Y UDFJC
LABORATORIO	FUND. OCEANOGRAFÍA Y LIMNOLOGÍA

TIPO DE MUESTRAS	FISICO- QUÍMICAS
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA:	LAGUNA ANTIHUALA
RECOLECCIÓN MUESTARS	BIDÓN 5 LT POR CADA ESTACIÓN
FECHA DE RECOLECCIÓN /HORA	LUNES 16 DE ABRIL. DE 2018 12:30 PM

METEOROLOGÍA: PARCIALMENTE NUBLADO: La temperatura ambiente según los índices meteorológicos de Chile, oscilaba entre los 13 y los 17 °C para la hora del muestreo, a su vez se presenció chubasco leve con una precipitación del 27%.	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO: Arsilloso cercano a la laguna, Se evidenciaba una leve erosión debido a la presencia de pino en el lecho del cuerpo de agua.

MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL CUERPO DE AGUA

	ESTACIÓN 1		ESTACIÓN 2		ESTACIÓN 3		AFLUENTE	EFLUENTE
COORDENADAS	S 37° 40’ 26.7’’ W 73°23’ 55,6’’		S 37° 40’ 31,1 ‘’ W 73° 23’ 578’’		S 31° 40’ 35,8 ‘’ W 73° 24’ 101,9’’			
PROFUNDDAD MAX (m)	2m		5,7 m		6m			
PROFUNDIDAD 1 / 2 (m)	Superficie	1, 7 m	Superficie	5 m	Superficie	5,5 m		
OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	9,58 9,53 9,60 9,57	8,9 8,9 8,9 8,9	8,34 8,34 8,33 8,33	6,93 6,93 6,93 6,93	8,75 8,75 8,75 8,75	6,2 6,21 6,2 6,21		
TEMPARATURA AGUA (°C)	19,0 19,0 19,0 19,0	19,60 19,60 19,61 19,60	16,2 16,2 16,2 16,2	15 15,1 15 15,01	17,1 17 17,3 17,13	15,2 15 15 15,06		
TEMPERATURA AMBIENTE								

(°C)										
PH (Unidades de pH)	6,84 6,84 6,84 6,84	8,62 8,62 8,64 8,62	7,8 7,81 7,8 7,8	7 7,1 7 7,03	6,69 6,72 6,67 6,69	7,4 7,4 7,4 7,4				
TURBIDEZ (NTU)	2,69 2,78 2,94 2,80	4,30 4,20 4,88 4,46	2,7 2,62 2,7 2,67	5,56 5,56 5,56 5,56	3,8 3,8 3,8 3,8	6,42 6,44 6,42 6,42				
CONDUCTIVIDAD MS/m	117,12 121,14 120,54 119,6	112,6 112,56 115,81 113,65	116,6 116,8 116,5 116,6	105,6 105,4 105,3 105,4	122,2 120,1 122,2 121,5	245 245,1 245 245				

OBSERVACIONES :

Se pretende realizar un laboratorio inmediato en el cual, se guardan dos litros de agua filtrada de cada estación, para un posterior análisis de nitritos y de nitratos; dos litros para material particulado, y otros dos litros para determinación de clorofila, además de otros dos litros para posibles percances del laboratorio.

UCSC
Facultad de Ciencias
Universidad Católica de la Santísima Concepción

PROYECTO	LINEA BASE: PARAMETROS FISICOQUIMICOS
CAMPAÑA	LAGUNA ANTIHUALA
NUMERO ESTACIÓNES	3
PROFUNDIDAD (max)	5,7 METROS
RESPONSABLE	ESTUDIANTES QUIMICA AMBIENTAL UCSC Y UDFJC
LABORATORIO	FUND. OCEANOGRAFÍA Y LIMNOLOGÍA

TIPO DE MUESTRAS	FISICO- QUÍMICAS
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA:	LAGUNA ANTIHUALA
RECOLECCIÓN MUESTARS	BIDÓN 5 LT POR CADA ESTACIÓN
FECHA DE RECOLECCIÓN /HORA	LUNES 16 DE ABRIL. DE 2018 12:30 PM

METEOROLOGÍA: PARCIALMENTE NUBLADO: La temperatura ambiente según los índices meteorológicos de Chile, oscilaba entre los 13 y los 17 °C para la hora del muestreo, a su vez se presenció chubasco leve con una precipitación del 27%.	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO: Arsilloso cercano a la laguna, Se evidenciaba una leve erosión debido a la presencia de pino en el lecho del cuerpo de agua.

MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL CUERPO DE AGUA

	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	AFLUENTE	EFLUENTE
COORDENADAS	S 37° 40’ 26.7’’ W 73°23’ 55,6’’	S 37° 40’ 31,1 ‘’ W 73° 23’ 578’’	S 31° 40’ 35,8 ‘’ W 73° 24’ 101,9’’		
PROFUNDDAD MAX (m)	2m	5,7 m	6m		
PROFUNDIDAD 1 / 2 (m)	Superficie 1, 7 m	Superficie 5 m	Superficie 5,5 m		
OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	9,58 8,9 9,53 8,9 9,60 8,9 9,57 8,9	8,34 6,93 8,34 6,93 8,33 6,93 8,33 6,93	8,75 6,2 8,75 6,21 8,75 6,2 8,75 6,21		
TEMPARATURA AGUA (°C)	19,0 19,60 19,0 19,60 19,0 19,61 19,0 19,60	16,2 15 16,2 15,1 16,2 15 16,2 15,01	17,1 15,2 17 15 17,3 15 17,13 15,06		
TEMPERATURA AMBIENTE					

(°C)								
PH (Unidades de pH)	6,84 6,84 6,84 6,84	8,62 8,62 8,64 8,62	7,8 7,81 7,8 7,8	7 7,1 7 7,03	6,69 6,72 6,67 6,69	7,4 7,4 7,4 7,4		
TURBIDEZ (NTU)	2,69 2,78 2,94 2,80	4,30 4,20 4,88 4,46	2,7 2,62 2,7 2,67	5,56 5,56 5,56 5,56	3,8 3,8 3,8 3,8	6,42 6,44 6,42 6,42		
CONDUCTIVIDAD MS/m	117,12 121,14 120,54 119,6	112,6 112,56 115,81 113,65	116,6 116,8 116,5 116,6	105,6 105,4 105,3 105,4	122,2 120,1 122,2 121,5	245 245,1 245 245		

OBSERVACIONES :

Se pretende realizar un laboratorio inmediato en el cual, se guardan dos litros de agua filtrada de cada estación, para un posterior análisis de nitritos y de nitratos; dos litros para material particulado, y otros dos litros para determinación de clorofila, además de otros dos litros para posibles percances del laboratorio.

UCSC
Facultad de Ciencias
Universidad Católica de la Santísima Concepción