

REPUBLICA DEL ECUADOR
UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

TEMA: ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BIOLÓGICA EN EL CANTON PASTAZA.

Tesis previa a la obtención del título:

Ingeniería Ambiental

AUTORA

Andrea Michelle Barreno Molina

TUTOR

Dr. Raúl Valverde Lara

PUYO-PASTAZA-ECUADOR

MAYO 2016

PRESENTACION DEL TEMA

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DEL RIO PLATA SECTOR DIQUE LAS
PALMAS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN D MACROINVERTEBRADOS Y
CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BIOLÓGICO EN EL CANTÓN PASTAZA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Leo Rodríguez Ms.C.

.....
Ing. Pedro Ríos Ms.C.

.....
Ing. Alberto Vélez Ms.C.

APROBACION DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de Tesis del Tema:

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DEL RIO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN D MACROINVERTEBRADOS Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BIOLÓGICO EN EL CANTÓN PASTAZA, de la Autora Andrea Michelle Barreno Molina, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental, considero que cuenta con los requisitos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el consejo directivo.

.....

Dr. Raúl Valverde Lara

Autoría del trabajo de investigación: ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DEL RIO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN D MACROINVERTEBRADOS Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BIOLÓGICO EN EL CANTÓN PASTAZA, así como también los contenidos, idea, conclusiones y propuestas son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de grado.

AUTORA

.....

ANDREA MICHELLE BARRENO MOLINA

DERECHO DEL AUTOR

El autor cede sus derechos, para que la Universidad Estatal Amazónica pueda hacer uso en lo que estime conveniente, siempre y cuando su utilización sea exclusiva para fines de investigación o de consulta.

AUTORA

.....
ANDREA MICHELLE BARRENO MOLINA

APROBACION DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema:

Análisis de Calidad de Agua del Rio Plata Sector Dique las Palmas Mediante la Identificación d Macroinvertebrados y Caracterización Físico Química y Biológico en el Cantón Pastaza, de la Autora Andrea Michelle Barreno Molina, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental.

Puyo, 28 de Abril de 2016

Para constancia firman

.....

Ing. Leo Rodríguez Ms.C.

.....

Ing. Pedro Ríos Ms.C.

.....

Ing. Alberto Vélez Ms.C.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal Amazónica y a su facultad de Ingeniería Ambiental por las oportunidades brindadas en el transcurso de mis estudios.

A todos mis ingenieros que me han brindado sus conocimientos y consejos a lo largo de la culminación de la carrera.

Al GADz Provincial por apoyarme con su técnico el Ing. Robín Yasaca, para realizar la identificación de los macroinvertebrados.

A los ingenieros Andrea Riofrio y Jorge Reyes, por ayudarme con los laboratorios y sus análisis físicos y biológicos.

A todos los ingenieros, compañeros y amigos en general que formaron parte de mi carrera universitaria.

DEDICATORIA

A Dios nuestro creador por enseñarme el verdadero valor de la vida.

A mis padres Alfredo Barreno y Neli Molina, por apoyarme en cada paso y objetivo alcanzado.

A mi hijo Andrés, por ser mi motor de vida, lucha y esfuerzo.

A mi familia y amigos, por sus consejos de motivación.

CONTENIDO

Resumen	8
CAPITULO I.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.2 Objetivo General.	10
1.3 Objetivos Específicos.	10
1.4 Hipótesis.....	10
CAPITULO II	11
2. REVISIÓN DE LITERATURA	11
2.1 AGUA.....	11
2.2 CUERPO DE AGUA	11
2.3 IMPORTANCIA DEL AGUA.....	11
2.4 CALIDAD DEL AGUA.....	12
2.5 INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA	12
2.5.1 BIOINDICADORES	12
2.5.1.1 ORGANISMOS BIOINDICADORES	13
2.5.1.2 MACROINVERTEBRADOS	14
2.5.1.3 ESTRUCTURA DE LOS MACROINVERTEBRADOS	16
2.5.1.4 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS	16
2.5.1.5 PRINCIPALES GRUPOS TAXONÓMICOS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.	17
□ Orden Plecoptera.	17
□ Orden Ephemeroptera.....	17
□ Orden Trichoptera	17
□ Orden Coleóptera.....	18
□ Orden Odonata.....	18
□ Orden Diptera	18
□ Orden Hemiptera	18
□ Orden Lepidóptera.....	19

2.5.2	IMPACTOS AL ECOSISTEMA FLUVIAL QUE ALTERAN LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS.....	19
2.5.3	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	21
1.8.1	Ecosistemas Lóticos.....	21
1.8.2	Ecosistemas Lénticos	22
2.5.4	INDICADORES FÍSICO QUIMICOS y BIOLÓGICOS.....	22
□	Potencial de hidrogeno (pH).....	22
□	Oxígeno Disuelto.....	23
□	Conductividad eléctrica	24
2.6	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA	25
2.6.1	Índice ETP (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera).....	25
2.7	Índice de calidad de Agua (ICA).....	26
2.8	MARCO LEGAL	27
□	Constitución de la República del Ecuador (2008).....	27
□	ACUERDO MINISTERIAL 028. SUSTITUYESE EL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULSMA).....	31
□	CODIFICACIÓN DE LEY DE AGUAS.....	34
CAPITULO III.....		35
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1	Localización y duración del experimento.	35
3.2	Condiciones meteorológicas.	36
3.3	Materiales y equipos.	36
3.4	Factores de Estudio.	37
3.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.6	VARIABLES	39
3.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	39
a)	Determinación de los Puntos de Muestreo	39
b)	Muestreo de macro invertebrados	41
c)	Monitoreo físico y químico	43

d) Observaciones generales y uso del recurso	44
e) Análisis de las muestras.....	44
f) Análisis de Datos	47
CAPITULO IV	49
4. RESULTADOS.....	49
4.1 PRESENCIA DE MACRO INVERTEBRADOS EN EL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS.....	49
4.1.1 Bosque Secundario (Punto 1).....	49
4.1.2 Puente del paso lateral (Punto 2).....	50
4.1.3 Dique de las Palmas (Punto 3).	51
4.1.4 Puente sobre la Avenida Alberto Zambrano (Punto 4).	52
4.1.5 Pastizales y zona poblada (Punto 5).....	53
4.2 ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE MACROINVERTEBRADOS EN EL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS.....	54
4.3 CALIDAD DE AGUA DEL RIO PLATA, SECTOR DIQUE LAS PALMAS.....	56
4.3.1 Índice de ETP.....	56
4.3.2 Análisis Físico, Químico y Biológico del Agua.	57
4.3.2.1 CONDUCTIVIDAD	58
4.3.2.2 TEMPERATURA (°C)	59
2.1.1.1 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH).....	60
2.1.1.1 OXÍGENO DISUELTO (ppm)	61
2.1.1.1 SÓLIDOS TOTALES (ppm)	62
2.1.1.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (mg/L).....	63
2.1 USO DE LAS AGUAS DEL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS.....	66
2.1.1 Uso Recreativo	66
2.1.2 Uso de Suelos	67
2.1.3 Receptor de Aguas Residuales	68
2.2 HIPÓTESIS	¡Error! Marcador no definido.
2.3 CONCLUSIONES.....	69

2.4	RECOMENDACIONES	70
3.	BIBLIOGRAFÍA	71
4.	ANEXOS	74
	Anexo 1. Tabla 3: Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios	74
	Anexo 3. Tabla 3b. Criterios de calidad admisible de la db05 para la protección de la vida acuática.	75
	Anexo 2. Tabla 7: Criterios de Calidad de Aguas para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario.....	75
	Anexo 3. Cronograma de Trabajo	77
	Anexo 4. Resultados del Laboratorio.	78
	Anexo 6. Calidad de Agua, Clasificación CONAGUA.	81
	Anexo 7. Presupuesto.	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Rangos de concentración de OD y consecuencias.....	230
Tabla 2.	Variables de la investigación	396
Tabla 3.	Puntos de Monitoreo y Muestreo en WGS 84 17S.....	407
Tabla 4.	Parámetros seleccionados para el análisis Físico, Químico y Biológico.	464
Tabla 5.	Clasificación de la calidad de agua.....	486
Tabla 6.	Número de Individuos del Bosque Secundario, Punto 1.	497
Tabla 7.	Número de Individuos colectados bajo el Puente del paso lateral, Punto 2.	508
Tabla 8.	Número de Individuos colectados Dique Las Palmas, Punto 3.	49
Tabla 9.	Individuos colectados en el Puente sobre la Avenida Alberto Zambrano, Punto 4.	520
Tabla 10.	Individuos colectados a 800 m aguas abajo del Dique Las Palmas, Punto 5.	531
Tabla 11.	Abundancia y distribución de Macroinvertebrados.....	553
Tabla 12.	Calidad del Agua según Índice de ETP.	564

Tabla 13. Resultados del Oxígeno Disuelto.....	59
Tabla 14. Resultados de Temperatura.....	57
Tabla 15. Resultados del Potencial de Hidrogeno (pH).....	58
Tabla 16. Resultados del Oxígeno Disuelto.....	59
Tabla 17. Resultados de los Sólidos Totales.....	60
Tabla 18. Resultados de la DBO ₅	61
Tabla 19. Usuarios del Dique las Palmas.....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 1, a 800 metros del Diques Las Palmas en el Río Plata.....	50
Gráfico 2. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 2, junto el puente del paso lateral junto al Diques Las Palmas en el Río Plata. .	51
Gráfico 3. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 3, en el Diques Las Palmas en el Río Plata.	52
Gráfico 4. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 4, junto al puente de la Avenida Alberto Zambrano en el Río Plata Dique Las Palmas.....	53
Gráfico 5. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto5, a 800 metros aguas abajo del Dique Las Palmas, en el Río Plata.	54
Gráfico 6. Abundancia y distribución de macroinvertebrados en el río Plata Dique Las Palmas, de acuerdo a las Familia identificadas.	55
Gráfico 7. Calidad del Agua del río Plata Dique Las Palmas según Índice de ETP.	57
Gráfico 8. Resultados de Conductividad.	58
Gráfico 9. Resultados de Temperatura.	59
Gráfico 10. Resultados del Potencial de Hidrogeno.	60
Gráfico 11. Resultados del Oxígeno Disuelto.	61

Gráfico 12. Resultados del Sólidos Totales, obtenidos en el muestreo del río Plata, Dique Las Palmas.....	62
Gráfico 13. Resultados de la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅), obtenidos en el muestreo del río Plata sector Dique Las Palmas.....	64

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Río Plata sector Dique las Palmas, Con el Objetivo de analizar la calidad de agua mediante la identificación de macro invertebrados y caracterización físico, químico y biológico del agua.

En el área de estudio se identificó cinco puntos de muestreo y monitoreo (P1=Bosque Secundario, P2 = bajo el Puente del paso lateral, P3 = Dique de las Palmas, P4 = bajo el Puente de la Avenida Alberto Zambrano y P5 rodeado de pastizales y zona poblada). La calidad de agua del Río Plata Sector Dique Las Palmas, se determinó mediante el índice de ETP y el análisis y caracterización físico químico y biológico del agua.

El índice de ETP, establece que sus aguas son de buena calidad en los puntos 1 al 4 y en el punto 5 de Calidad Regular, corroborado mediante el análisis físico (Temperatura, pH, Solidos Totales, Conductividad) que establece que las aguas pueden ser utilizadas para fines recreativos en contacto primario y para la preservación de la vida acuática ya que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en la Tabla 3 y 7 del Acuerdo ministerial 028. Sin embargo el análisis Químico y Biológico (DBO5 y Coliformes Totales) establece que la condición de la vida acuática posee impacto, es decir que la calidad de agua se ve. Las Coliformes Totales establece que se puede utilizar las aguas para fines recreativos en contacto primario ya que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles. Sin embargo los valores de los puntos 2 al 5 sobrepasan los límites establecidos esto conlleva a la influencia de las condiciones climática del día muestreado.

En el área de estudio se colectaron un total de 164 individuos, mismos que se encuentran distribuidos en; 9 Órdenes y 12 familias. El orden con mayor representatividad es Ephemeroptera que posee tres familias con mayor número de individuos (70), de las cuales sobresale la familia Leptophlebiidae con 48 individuos. Seguido del Orden Odonata con 12 individuos.

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento de vital importancia para la vida en la tierra, en la cual habitan grupos humanos y diferentes ecosistemas quienes para su subsistencia y desarrollo necesitan un agua que permanezca limpia y al alcance de todos (Bokova. 2010).

El Ecuador es uno de los países que posee una gran cantidad de recursos hídricos quienes por su valor económico, social y ambiental son aprovechados o utilizados por la población que habita en sus orillas o alrededores, cabe recalcar que las diversas actividades realizadas por el hombre provocan con el pasar del tiempo ha deteriorado de la calidad del agua de los ríos, lagos, mares, etc.

La provincia de Pastaza por ser parte de la Amazonia, aporta en gran manera con la riqueza de las fuentes hídricas por poseer grandes bosques que se encuentran rodeados por ríos y lagos. Sin embargo también sufre el impacto que el desarrollo no sustentable provoca en este importante recurso, tal es el caso de las poblaciones que se encuentran concentradas en un solo lugar como es la ciudad de Puyo, por la cual atraviesa una gran cantidad de ríos como el río Plata que es un afluente del río Pindo Grande. El río Plata por el hecho de atravesar una zona poblada, acoge en sus aguas; materiales extraños como: residuos industriales, aguas residuales domésticas, mismas que alteran su calidad a tal punto que ciertos sectores a lo largo del río no reúnen las condiciones necesarias para la preservación de la flora y fauna acuática, uso de recreación, consumo humano y otros.

Con estas consideraciones en la presente investigación se propone la determinación de la calidad del agua del río Plata mediante bioindicadores (macroinvertebrados bentónicos) y el análisis físico, químico y biológico de sus aguas en función del Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS). Los macroinvertebrados son organismos que se pueden ver a simple vista. Se llaman

macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas.

1.1 OBJETIVOS

1.2 Objetivo General.

Analizar la calidad de agua en el Rio Plata Sector Dique las Palmas, mediante la identificación de macro invertebrados y caracterización físico químico y biológico del agua.

1.3 Objetivos Específicos.

- Identificar las familias de macro invertebrados presentes en el Rio Plata Sector Dique las Palmas.
- Caracterizar la abundancia y distribución de macro invertebrados en el Rio Plata Sector Dique las Palmas.
- Evaluar la calidad de agua del Rio Plata, Sector Dique las Palmas en función de la caracterización física, químico y biológico.
- Diagnosticar el uso de las aguas del Rio Plata Sector Dique las Palmas.

1.4 Hipótesis

- La calidad de agua del Rio Plata, se encuentra alterada en función a los parámetros biológicos (macro invertebrados bentónicos) y fisicoquímicos.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 AGUA

Es aquella sustancia compuesta por dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxigeno (H_2O), y es considerada como el “disolvente universal” debido a que casi todas las sustancias minerales y orgánicas son solubles en ella (Nelson, 2003). No tiene sabor ni olor y en pequeñas cantidades no tiene color, no obstante se mira azulosa cuando se encuentra en volúmenes considerables. Es el único compuesto conocido que a temperaturas ordinarias existe en los tres estados de la materia sólido, líquido y gaseoso (Perera, 2011).

2.2 CUERPO DE AGUA

Se considera como un cuerpo de agua aquellas que encuentran emergidas y sumergidas en nuestro planeta siendo estas todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona, marina, estuario (Acuerdo Ministerial 028)

2.3 IMPORTANCIA DEL AGUA

Según Perera (2011) el agua es un líquido vital compuesto por una simple molécula que llena los océanos, alimenta y hace posible la vida de miles de especies de flora y fauna acuáticas y de todas las especies terrestres. Además de ser el mayor diluyente del planeta Tierra es por sí mismo un alimento ya que aporta minerales esenciales para el ser humano como calcio, magnesio, hierro y zinc.

Cabe recalcar que el agua es un componente imprescindible del ser humano ya que no puede estar sin beberla más de cinco o seis días porque su vida correría peligro. El cuerpo del ser humano posee un 75% de agua al nacer y alrededor de 60% en la edad adulta (Jácome, 2010).

2.4 CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua depende de la alteración que sufren las fuentes hídricas por efluentes contaminantes como las aguas residuales sin previo tratamiento producto de los asentamientos humanos, desarrollo industrial, expansión de las fronteras agrícolas, otros.

Jiménez (1992) menciona que la presencia de ríos contaminados es un hecho que se viene dando desde hace mucho tiempo atrás, principalmente por el vertido de residuales sin tratamiento, un hecho común en todos los países, en mayor o menor grado, sin embargo las regiones en desarrollo son las que tendrán problemas más graves y acuciantes en un futuro.

García (2001), señala dentro de sus publicaciones que la OMS (Organización Mundial de la Salud) considera que el agua se encuentra contaminada cuando su composición se altera y no reúne las condiciones necesarias para la utilización en el consumo del hombre y los animales.

Sin embargo Gavidia & Rueda (2006), determinan que la calidad de agua es relativo, debido a que sus características depende de su idoneidad para ciertos usos, es decir, el agua que vaya a utilizarse para regadío no tienen la misma calidad que la que se destina para el consumo humano.

2.5 INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

2.5.1 BIOINDICADORES

La OMS (1966) expresa que los bioindicadores de la calidad del agua se basan en el uso de organismos sensibles a un determinado contaminante con efectos visibles macroscópicamente o microscópicamente, a fin de evaluar la calidad del agua. Además proporciona una información semi-cuantitativa sobre la contaminación del medio acuático permitiendo evaluar el impacto ambiental de los contaminantes.

Un bioindicador es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal; o formado por un grupo de especies (grupo eco-sociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas, es decir, (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales), del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio. Se utilizan sobre todo para la evaluación ambiental (seguimiento del estado del medio ambiente, o de la eficacia de las medidas compensatorias, o restauradoras).

Rosemberg & Resh, (1993) nos indica que el bioindicador aplicado a la evaluación de calidad de agua, es definido como: “especie (o ensamble de especies) que poseen requerimientos particulares con relación a uno o a un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indiquen que las variables físicas o químicas consideradas, se encuentran cerca de sus límites de tolerancia”.

Es decir, que un bioindicador es aquel cuyas respuestas biológicas son observadas frente a una perturbación ecológica y están referidos como organismos o sistemas biológicos que sirven para evaluar variaciones en la calidad ambiental.

El principio consiste en observar los efectos biológicos, individualmente o en las poblaciones de diferentes ecosistemas (a escala de la biosfera o a veces de grandes biomas). Estos efectos deben ser medibles vía la observación de diversos grados de alteraciones morfológicas, alteraciones de comportamiento, de los tejidos o fisiológicas (crecimiento y reproducción), lo que, en casos extremos, lleva a la muerte de estos individuos o a la desaparición de una población.

2.5.1.1 ORGANISMOS BIOINDICADORES

Los organismos o grupos de organismos más utilizados para determinar la contaminación en el ecosistema acuático son: bacterias, protozoos, fitoplancton, macrofitas, peces, y Macroinvertebrados (Carrera & Fuierro, 2001)

2.5.1.2 MACROINVERTEBRADOS

Carrera & Fierro, 2001, mencionan que los macroinvertebrados acuáticos son organismos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque ni tienen huesos y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce (esteros, ríos, lagos y lagunas). Además manifiestan que poseen muchas formas como se puede observar en el Imagen 1.

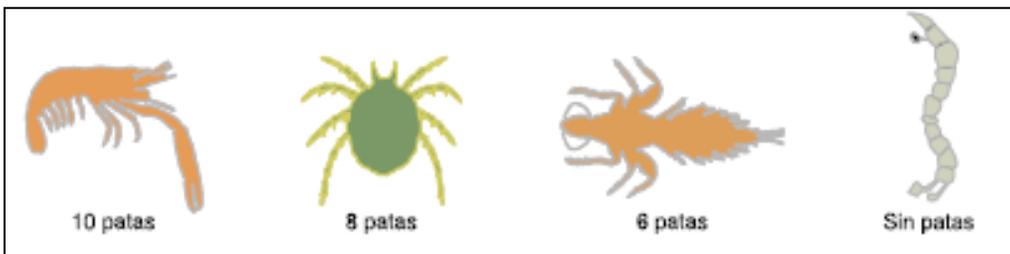
Imagen 1. Formas de macroinvertebrados.



Fuente: (Carrera & Fierro, 2001)

Algunos tienen muchas patas, por ejemplo los camarones tienen 10, los ácaros tienen 8 y los chinches 6. Otros no tienen patas, como las larvas de mosca. (Imagen 2)

Imagen 2. Tipo de Macroinvertebrados.



Fuente: (Carrera & Fierro, 2001)

Los macroinvertebrados pueden vivir según Carrera & Fierro (2001) en:

- Hojas flotantes y en sus restos.
- Troncos caídos y en descomposición.
- El lodo o en la arena del fondo del río.
- Sobre o debajo de piedras.
- Donde el agua es más correntosa.
- Lagunas, lagos, aguas estancadas, pozas y charcos.

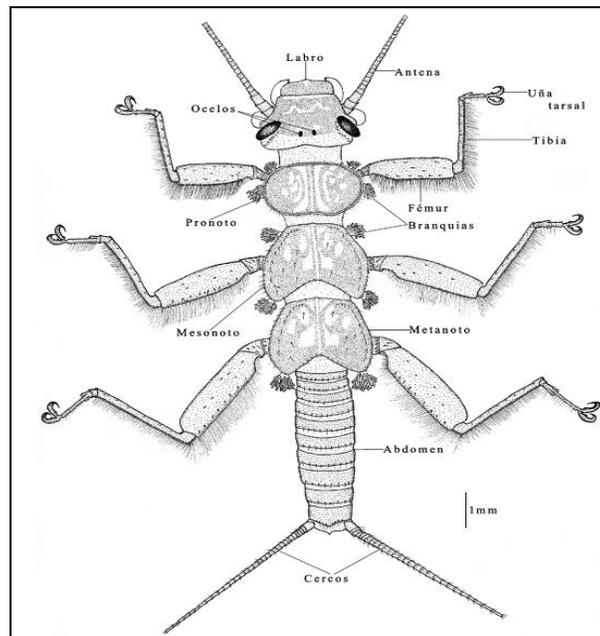
Los macroinvertebrados aumentan en grandes cantidades, por lo que se pueden encontrar miles en un metro cuadrado y sirven como alimento para los peces. Sin embargo Carrera & Fierro (2001) establece que los macroinvertebrados pueden alimentarse de:

- Plantas acuáticas, restos de otras plantas y algas.
- Otros invertebrados o peces.
- Pequeños restos de comida en descomposición y elementos nutritivos del suelo.
- Animales en descomposición.
- Elementos nutritivos de agua.
- Sangre de otros animales.

2.5.1.3 ESTRUCTURA DE LOS MACROINVERTEBRADOS

Estructura externa de un Ephemeroptero, como ejemplo de macroinvertebrado (Imagen 3)

Imagen No. 3 Vista dorsal de un macroinvertebrado



Fuente: (Gutiérrez, 2010)

2.5.1.4 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Figueroa, *et al* (2003) Menciona que es de conocimiento general que el uso de comunidades de macroinvertebrados bentónicos permiten la evaluación de calidad de agua en fuentes superficiales. Además estos organismos en un monitoreo biológico presentan ventajas tales como:

- Permiten estudios comparativos por encontrarse en todos los ambientes acuáticos.

- Proporcionan información acerca de los efectos y perturbaciones que sufre un cuerpo de agua, a través de un análisis espacial. Esto se debe principalmente a su naturaleza sedentaria.
- Presentan ventajas técnicas, ya que tanto el muestreo como análisis de datos, se lo puede hacer de manera simple y barata.
- Actualmente la taxonomía de los grupos está bien estudiada. Podemos encontrar fichas técnicas e ilustraciones con las que podemos identificar a un organismo.

2.5.1.5 PRINCIPALES GRUPOS TAXONÓMICOS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.

- **Orden Plecoptera.**

Gutiérrez, (2010) en la Revista de Biología Tropical indica que el orden Plecoptera (“*Plecos*”=“*Plegar*”, “*Pteros*”=“*Alas*”), conocida también como moscas de piedra, son un grupo pequeño de insectos.

- **Orden Ephemeroptera**

Los efemerópteros (Ephemeroptera) son un orden de insectos pterigotos, conocidos vulgarmente como efímeras, efémeras, cachipollas o “mayflies” en idioma inglés. Es el orden de insectos alados más antiguos que existe en la actualidad. Se conocen 42 familias y más de 3.000 especies que habitan todas las regiones biogeográficas excepto la Antártida y algunas islas oceánicas remotas. La mayor diversidad de géneros pertenecientes a este orden se encuentra en la región Neotropical (zonas tropicales del continente americano) (Barber, 2008)

- **Orden Trichoptera**

Springer, 2010 en su obra Revista de Biología Tropical menciona que los Tricópteros (en inglés llamados “caddisflies”), son insectos holometábolos, tiene

semejanza con los Lepidópteros y en la etapa adulta son similares a pequeñas polillas. Sus alas están cubiertas de pelos en lugar de escamas, por lo que de ahí deriva el nombre (trichos: pelos; ptera: alas).

- **Orden Coleóptera**

Según Domínguez, 2009 en la obra *Macroinvertebrados Bentónicos sudamericanos* indica que los coleópteros son el grupo más numeroso que se conoce, ya que incluye más de 350.000 especies, distribuidas en 170 familias y 4 subórdenes. Se conoce que la mayoría de los Coleópteros son terrestres, pero existen 10.000 especies representativas que son acuáticas en alguno de sus estadios en desarrollo; se encuentran en todas las aguas continentales, excepción de lagos muy contaminados.

- **Orden Odonata**

En su investigación Ramírez, 2010 menciona el nombre Odonata viene del griego “odon” que significa diente, refiriéndose a sus fuertes mandíbulas. Los odonatos comúnmente conocidos como libélulas en su etapa adulta presentan colores muy llamativos y debido a la facilidad de observarlos se les ha dado muchos nombres tales como: caballitos de diablo, gallegos, pilipachas entre otros.

- **Orden Diptera**

Domínguez, 2009 indica que los representantes de éste orden son holometábolos, se los reconocen por sus colores poco vistosos y por poseer una par de alas membranosas. Dentro del orden de los dípteros existen 153.000 especies, con más 158 familias, de las cuales 126, con 29.700 especies en la Región Neotropical.

- **Orden Hemiptera**

El investigador Domínguez, 2009 nos indica que los hemípteros o también denominados Heterópteros se dividen en dos tipos: en Gerromorpha, son los que

viven en la superficie del agua, y en Neopomorpha, que son los que viven por debajo de la superficie del agua.

- **Orden Lepidóptera**

Domínguez, 2009 menciona que el orden Lepidóptera apareció hace millones de años, colonizando todo tipo de hábitat, aunque la mayoría de las especies son terrestres, también existen especies que son acuáticas y sus estadios larvales se desarrollan dentro del agua, e inclusive existen especies tales como (Acentria) que su estado adulto también es acuático.

2.5.2 IMPACTOS AL ECOSISTEMA FLUVIAL QUE ALTERAN LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS.

Uno de los mayores impactos de los ecosistemas fluviales es la Contaminación que consiste en la presencia de uno o más contaminantes o la combinación de ellos en el medio ambiente, en concentración y con un tiempo de permanencia tal, que causen condiciones negativas para la vida humana, la salud y el bienestar del hombre, la flora, la fauna, los ecosistemas o que produzcan en el hábitat de los seres vivos, el aire, el agua, los suelos, los paisajes o los recursos naturales en general (Acuerdo Ministerial 028, 2015). Es por ello que los ríos son un ecosistema muy sensible ya que en él se depositan la mayor cantidad de contaminantes y según Ladrera, (2012) pueden verse alterados por :

Contaminación del agua. Se genera por los vertidos de tipo puntual procedentes de las áreas urbanas e industriales, este tipo de vertidos genera impactos en los ecosistemas fluviales, debido a que los diferentes sistemas de depuración implantados en algunas ciudades no eliminan todas las sustancias tóxicas, además en nuestra ciudad de Puyo la mayoría si no es el total de vertidos no pasan por un sistema de depuración, y son depositados en los ríos de manera directa. Las

sustancias tóxicas que llegan al río provocarán un impacto sobre la comunidad de macroinvertebrados y la biota en general.

Eutrofización. Consiste en el incremento de nutrientes que causa un crecimiento excesivo de organismos fotosintéticos en el agua, principalmente por los nitratos procedentes de actividades agropecuarias y fosfatos procedentes de detergentes. La acumulación excesiva de algas y otros productores provoca la muerte y putrefacción de éstas, provocando que las concentraciones de oxígeno en el agua disminuya, y limita la presencia de gran cantidad de macroinvertebrados.

Alteraciones morfológicas. Cada grupo de macroinvertebrados vive en un tipo específico de hábitat, como pozas, rápidos, sombras, grandes bloques, raíces de árboles, plantas acuáticas, llanuras de inundación, etc. Por lo que, cualquier tipo de alteración que provoque una homogenización del cauce y la eliminación de hábitats, como algún tipo de construcción, provocará la disminución de la diversidad de macroinvertebrados y por ende un empobrecimiento del ecosistema.

Alteraciones del régimen del caudal. Pueden derivarse de la toma de agua para regadíos, de pequeñas centrales hidráulicas y, fundamentalmente, de embalses, y son capaces de modificar la comunidad original de seres vivos, puesto que las especies propias del cauce han desarrollado estrategias de vida adaptadas al flujo natural.

Especies invasoras. La introducción de especies invasoras se provoca muchas veces de manera involuntaria, con el solo hecho de practicar pesca en diferentes fuentes hídricas, transportando de esta manera numerosas especies. Si no se toman las medidas preventivas necesarias algunas especies introducidas son capaces de adaptarse perfectamente a las nuevas condiciones y provocan el desplazamiento de especies autóctonas e incluso pueden desencadenar la alteración física y química del hábitat.

Alteraciones del bosque de ribera. Los bosques de ribera llevan a cabo un sinnúmero de funciones básicas en el ecosistema fluvial entre la que cabe destacar: la estabilización de los márgenes; la retención de sedimentos y, con ello, la reducción del poder erosivo del cauce; la creación de hábitats y refugio para todo tipo de seres vivos, incluidos macroinvertebrados; y la retención de nutrientes y contaminantes antes de que entren en el río. Además proporcionan alimento y sombra, favoreciendo la aparición de nuevos microhábitats e impidiendo la proliferación excesiva de algas. Por lo mencionado, cualquier alteración de los bosques de ribera provocará un impacto en la comunidad de macroinvertebrados.

Importancia de la madera en el cauce. Se ha querido recalcar la importancia de la madera en el cauce como contraposición a la idea generalizada de que la madera muerta representa suciedad. Esta madera sirve de alimento a gran cantidad de especies de macroinvertebrados, aumenta la diversidad del cauce gracias a la aparición de nuevos hábitats, como pozas o rápidos, y sirve de refugio para numerosos animales acuáticos, no solo invertebrados, sino también numerosos peces como las truchas, que pueden refugiarse aquí de depredadores externos como garzas o cormoranes.

2.5.3 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Smith & Smith (2007) consideran que los ecosistemas acuáticos poseen una estrecha relación con el ciclo hidrológico, esto se debe a la evaporación del agua que luego se precipita y se escurre sobre el suelo, y el líquido que se queda en la superficie sigue su curso forman los arroyos, ríos, lagos, lagunas, estanques, humedales, cuenca hidrográfica y consecuentemente ecosistemas lóticos y lenticos.

1.8.1 Ecosistemas Lóticos

Están compuestos por aguas con corriente, como las quebradas y los ríos. Este tipo de ambientes se caracterizan por estar bien oxigenadas y limpias, razón por la

cual albergan una gran diversidad de macroinvertebrados con características únicas y aerodinámicas, debido a que se adhieren a las rocas para no ser barridos por la corriente. Además considera que las especies de este ambiente necesitan altas concentraciones de oxígeno, incluso cercanos a la saturación, para sobrevivir (Hanson, *et al.* 2010).

1.8.2 Ecosistemas Lénticos

Hanson, *et al.* 2010, indica que los ambientes lénticos son las aguas sin corriente e incluye a lagos, lagunas y pantanos, o también puede ser el agua acumulada en cualquier tipo de recipiente, por ejemplo en una lata vacía. Este tipo de ambientes posee una menor cantidad de diversidad con respecto a los ambientes lótico. Las aguas de ambiente lénticos se distinguen por su menor velocidad de renovación del agua, en las aguas quietas su renovación puede durar años e incluso siglos. Dentro de los hábitats lénticos se distingue tres ecosistemas bien definidos: el litoral, la zona limnética y la zona profunda.

2.5.4 INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS y BIOLÓGICOS.

Los métodos fisicoquímicos permiten conocer con precisión y en detalle el tipo y la cantidad de contaminante vertido en el cauce. Es por ello que las principales desventajas de determinar la calidad de agua mediante el uso de métodos fisicoquímicos radican en que la información proporcionada por estos análisis es puntual y transitoria. Los parámetros a los cuales son más sensibles los organismos son el pH, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto y la temperatura (Roldan, 2003).

- **Potencial de hidrogeno (pH)**

Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones de hidrógeno presentes, su escala de medición se encuentra entre 0 a 14, el 7 establece que la sustancia es neutra, por debajo de 7

señala que la sustancia es ácida y por encima de 7 indica que la sustancia es básica. (Gesta Agua, 2005).

- **Oxígeno Disuelto**

Dajoz (2002) señala que el oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y juega un papel importante ya que es un factor que señala la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) y depende de la temperatura del agua, y es un indicador de contaminación del agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal.

Además manifiesta que la resistencia de los diferentes organismos acuáticos con contenido de oxígeno bajo, es variable. Sin embargo es necesario mencionar que los invertebrados acuáticos poseen pigmentos respiratorios que les permiten vivir en aguas pobres de oxígeno, por ejemplo están los oligoquetos.

De acuerdo a Goyenola (2007), la temperatura se encuentra estrechamente ligada a la cantidad de oxígeno disuelto en el agua ya que las aguas más cálidas son capaces de disolver menos cantidad de oxígeno. Por esto, una descarga de agua caliente puede disminuir el OD a niveles por debajo del límite necesario para algunas formas de vida. Por tal razón establece rangos de concentración de OD con sus consecuencias en los ecosistemas.

Tabla 1. Rangos de concentración de OD y consecuencias.

(OD)mg/L	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5-8	Aceptable	(OD) adecuadas para la vida de la gran mayoría de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	
>12	Sobresaturada	Sistema de plena producción fotosintética.

Fuente: Goyenola, 2007.

- **Conductividad eléctrica**

Es la capacidad de una solución acuosa de conducir una corriente eléctrica. Las soluciones de los compuestos orgánicos por lo general son buenos conductores y las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas poco o nada contribuyen con el flujo de la corriente (Chapman, 1996).

- **Turbidez**

La turbiedad es una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas. Es usado para indicar la calidad de las aguas naturales. Los resultados de las mediciones de turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbidez (UNT) (Crites y Tchobanoglous, 2000).

- **Demanda bioquímica de oxígeno**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es la cantidad de oxígeno que usan los microorganismos para descomponer la materia orgánica en el agua. Si hay una gran cantidad de desechos orgánicos en el agua, también habrá muchas bacterias presentes trabajando para descomponer este desecho, incrementando la DBO. Conforme el desecho es consumido o dispersado en el agua, los niveles de la DBO empezarán a bajar. Generalmente, cuando los niveles de la DBO son altos, hay una reducción en los niveles de OD. Esto sucede debido a que la demanda de oxígeno por parte de las bacterias es alta y ellas están tomando el oxígeno del OD en el agua. Si no hay materia orgánica en el agua, no habrá muchas bacterias presentes para descomponerla y por ende, la DBO tenderá a ser menor y el nivel de OD tenderá a ser más alto. La DBO, en su medida individual que puede indicar la calidad de agua en un cuerpo de agua determinado. (SIT, 2006)

- **Temperatura**

La temperatura del agua influye en los organismos vivos del agua ya que ellos requieren determinadas condiciones de temperatura para sobrevivir. Además la temperatura es un factor de gran importancia debido a que juega un papel trascendental en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el OD, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (IDEAM, 2001).

- **Nitritos y Nitratos**

Los nitratos y nitritos son compuestos solubles que contienen nitrógeno y oxígeno, se encuentran en la naturaleza, y formando parte del ciclo del nitrógeno. La presencia de nitritos, es un indicio de reciente contaminación orgánica. La concentración de nitritos en el agua superficial es muy baja (0.1 mg/l), pero puede aparecer ocasionalmente en concentraciones inesperadamente altas debido a la contaminación industrial y de aguas residuales domésticas. La concentración de nitratos en aguas superficiales normalmente es baja (0-18 mg/Litro), pero puede llegar a alcanzar elevados niveles como consecuencia de las prácticas agrícolas o residuos urbanos y ganaderos (especialmente granjas), o por la aportación de aguas subterráneas ricas en nitratos (éstas con concentraciones cada vez más elevadas) (Roldán, 2003).

2.6 ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA

2.6.1 Índice ETP (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera)

Según Carrera & Fierro (2001) el índice ETP se deriva de los grupos taxonómicos que utilizan para su determinación (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), los cuales han sido estudiados en su grado de sensibilidad a contaminantes.

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de calidad del agua, ya que son más sensibles a intervenciones, especialmente contaminantes de tipo orgánico. Estos grupos son: Ephemeroptera (mosca de mayo), Plecóptera (mosca de piedra) y Trichoptera (friganos).

2.7 Índice de calidad de Agua (ICA)

El índice de calidad de agua consiste en la combinación de un cierto número de parámetros (pH, OD, Turbidez, DBO, Temperatura, nitritos, nitratos, etc.), que permiten establecer una medida de la calidad de agua y puede ser representado por un número, rango, descripción verbal, símbolo o color (Tabla 1), para lo cual se debe emplear los siguientes pasos:

- selección de parámetros
- determinación de valores de cada parámetro: subíndice
- determinación del índice por la agregación de los subíndices

Para lo cual se aplica la siguiente fórmula de agregación para el cálculo del índice de calidad de agua que corresponde al método de promedio aritmético ponderado.

$$ICA = \sum_{i=1}^n q_i w_i$$

- ICA: Índice de Calidad de Agua
- n: Número de Parámetros
- q_i : Escala de calidad (subíndice) del parámetro i .
- W_i : Factor de ponderación del Parámetro.

2.8 MARCO LEGAL

La presente investigación ha considerado dentro del marco legal:

- **Constitución de la República del Ecuador (2008)**

Esta investigación se encuentra bajo las normas de la Constitución vigente en el Ecuador, la cual fue aprobada en el 2008 mediante referéndum y es la norma suprema en la organización del Estado.

TÍTULO II

DERECHOS

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Sección primera

Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Sección segunda

Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Capítulo sexto

Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o

jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

TITULO V

ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO

Capítulo cuarto

Régimen de competencias

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

TITULO VI

RÉGIMEN DE DESARROLLO

Capítulo quinto

Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la

naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

TITULO VII

RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo segundo

Biodiversidad y recursos naturales

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Sección sexta

Agua

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Sección séptima

Biosfera, ecología urbana y energías alternativas

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria.

- **ACUERDO MINISTERIAL 028. SUSTITUYESE EL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULSMA)**

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

LIBRO VI ANEXO 1

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la

Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece: Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua; Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley; Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado; Permisos de descarga; Los parámetros de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas, de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas; Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua.

Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.

Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bio-acuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario (Anexo 2) (Anexo 3).

Criterios de calidad para aguas con fines recreativos

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe:

- Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y
- Contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca.

Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario se encuentran establecidos en la Tabla 7, del Anexo 1, de la reforma libro VI del TULSMA (Anexo 4).

Criterios generales para la descarga de efluentes

Los criterios generales para la descarga de efluentes se encuentran regulados por normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua detalladas a continuación y en base a la presente investigación:

- Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.
- Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.
- Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

- Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.
- **CODIFICACIÓN DE LEY DE AGUAS**

CODIFICACIÓN 2004- 016

TITULO I

DISPOSICIONES FUNDAMENTALES

Art. 2.- Las aguas de ríos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes sólo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta ley.

Art. 4.- Son también bienes nacionales de uso público, el lecho y subsuelo del mar interior y territorial, de los ríos, lagos o lagunas, quebradas, esteros y otros cursos o embalses permanentes de agua.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y duración del experimento.

La presente investigación se localiza en el Cantón y Provincia de Pastaza en la Ciudad de Puyo, en el Río Plata, dique las Palmas, a ochocientos metros aguas arriba y agua abajo, en una altura de entre 1.207 msnm a 944 msnm.

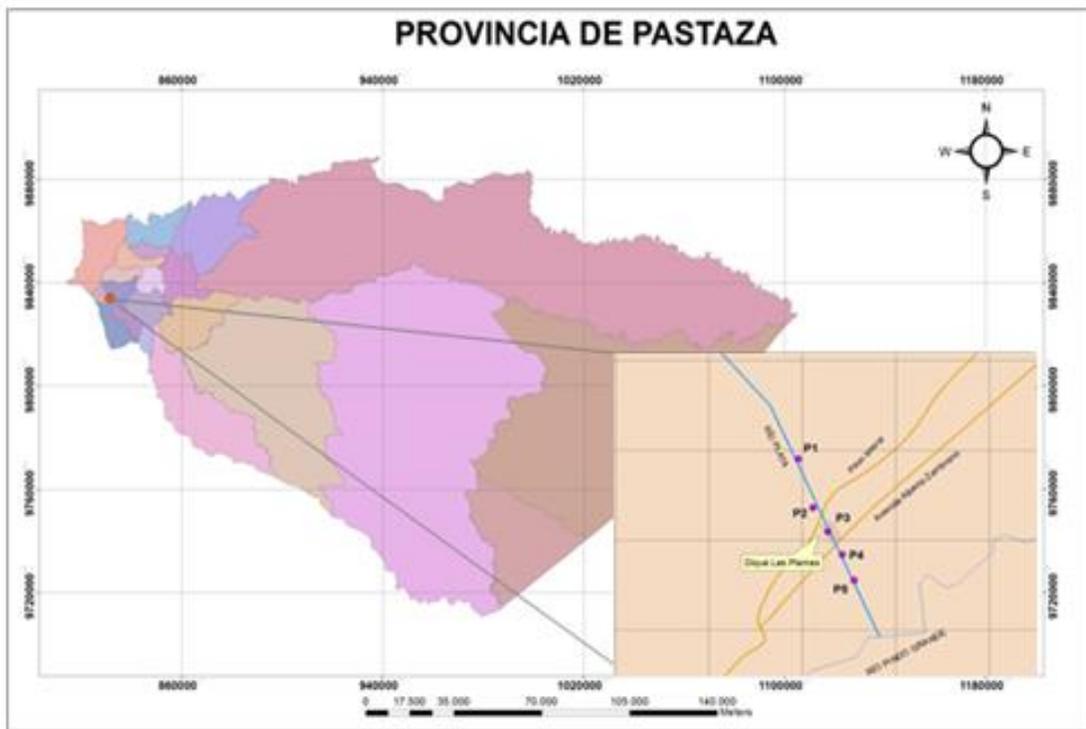


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio (Río Plata Dique las Palmas) Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza, ciudad de Puyo.

- **Duración Del Estudio**

Tuvo una duración de 4 meses: 2 meses para la investigación de campo, 2 mes para la interpretación, análisis, elaboración y revisión del documento final.

3.2 Condiciones meteorológicas.

El área del proyecto de acuerdo a los registros históricos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) correspondientes a los años 2005 hasta el 2013, mantiene una precipitación promedio de 384,5 mm, siendo el año con mayor precipitación el 2005 con 432,2 mm y los años que reportan menor precipitación son 2010-2011 con 336 mm. Con respecto a la evaporación, el año con mayor reporte es el 2010 con 79,5 mm y el año con menor es el 2013 con 66 mm. La heliofonia durante los nueve años reporta que el año 2010 posee 103,9 horas luz y el año 2007 91,8 horas luz. Los datos históricos demuestran que durante el periodo en análisis existe una constante en el clima, ya que no existen grandes desfases de temperatura o fluctuaciones con un promedio de temperatura media de 21,4 °C.

3.3 Materiales y equipos.

Materiales

- Libreta de campo
- Materiales de oficina
- Envases ámbar, para toma de muestras de agua
- Redes
- Botas de caucho
- Envases de plástico de 4000 ml
- Envases de vidrio de 100 ml
- Lupa
- Bandeja plástica
- Pinzas metálicas (punta fina)
- Cajas Petri
- Láminas de identificación
- Alcohol antiséptico al 75%
- Agua destilada

Equipos.

- Computadora portátil
- Cámara fotográfica digital
- Impresora
- GPS
- Vehículo
- Cooler
- Estereoscopio

3.4 Factores de Estudio.

Para la presente investigación se consideró los siguientes factores de estudio, presentes en el área de influencia del Rio Plata Sector Dique las Palmas, tales como:

Uso del Recurso y Afectación: El uso que le da la ciudadanía que habita alrededor del Rio Plata es el recreacional debido a que existe un denominado Dique las Palmas. Otros de los puntos que se pueden observar que el recurso hídrico es utilizado como receptor de las aguas servidas y residuos sólidos producidos por la población circundante, razón por la cual se afecta su calidad, misma que será validad biológica, física y químicamente.

Calidad de agua.- Para evaluar la calidad de agua del río Plata sector Dique Las Palmas se utilizó el índice de ETP, mismos que permite valorar el estado ecológico del cuerpo de agua en base a los datos obtenidos en los puntos de muestreo de macroinvertebrados. Para corroborar su información se realizó un análisis físico, químico y biológico de los diferentes puntos de muestreo de agua en el área de estudio y su comparación con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente (Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 028). Cada familia de macroinvertebrados posee un grado de sensibilidad que va del 1 al 10. El índice de ETP se deriva de los grupos taxonómicos que se utiliza para su identificación

(Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera), los cuales poseen un alto grado de sensibilidad a los contaminantes. Además se establece la calidad de agua según los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación cuenta con un diseño que permitirá comprobar las hipótesis y ejecutar los objetivos planteados. Además establece técnicas y estrategias básicas para recopilar la información y realizar la debida interpretación.

La investigación incluye una fase de **Campo** debido a que, la información necesaria para la ejecución del presente estudio se recolectó de forma directa en el área de estudio, es decir en el río Plata y puntos de muestreo (aguas arriba del dique Las Palmas, dique las palmas y aguas abajo del dique).

La investigación es de tipo **Descriptiva** ya que se detalla todos los componentes y características principales de la cobertura del suelo junto a diferentes tipos de muestreos como: la existencia de zonas de cultivo, pobladas, de pasto, diques, entre otros, así como las características que permitieron identificar taxonómicamente a los macro invertebrados a nivel de familias.

Fue **Inferencial** porque permitió determinar la calidad de agua en función del muestreo de macro invertebrados y el análisis físico, químico y biológico, de los puntos de muestreo establecidos mediante un recorrido de la zona de estudio.

Para la recopilación de la información referente al tema de estudio, se realizó una búsqueda **Bibliográfica**, recopilación, organización, valoración e interpretación de la información, de artículos y documentos confiables y relevantes para la presente investigación.

3.6 VARIABLES

Para su determinación se consideró los factores presentes en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables de la investigación

VARIABLES	MEDICIONES	INDICADORES
Independiente : Usos y afectación del Recursos agua	Uso para descargas	Número de descargas Ubicación de las descargas
	Uso recreativo	Número de usuarios
	Uso del suelo en los márgenes	Características del uso
		Ubicación del uso
Dependiente: Calidad del Agua	Monitoreo de Macro invertebrados	Abundancia Total
		Índices de ETP
	Monitoreo Fisicoquímico	Temperatura (°C)
		Potencial de Hidrógeno (pH)
		Sólidos Totales (ST)
		Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
		Conductividad
		Oxígeno Disuelto

Fuente: Elaboración propia de la Autora, 2016.

3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

a) Determinación de los Puntos de Muestreo

Para establecer las zonas o puntos de muestreo se realizó un recorrido en el área de estudio, y se identificó las principales características de la zona, considerando; la presencia de fuentes de agua que tributan al río principal, Dique, zonas pobladas,

accesos viales, bosque secundario, otros. Estas zonas se las catalogó con un código alfa-numérico de la siguiente manera:

- **Punto 1 (P1)** = el punto uno se encuentra rodeado de un bosque intervenido es decir de un Bosque Secundario, en el cual no se visualiza asentamientos humanos.
- **Punto 2 (P2)** = el punto dos se consideró a 20 metros aproximadamente del Dique del Río Las Palmas bajo el **Puente del paso lateral**.
- **Punto 3 (P3)** = este punto es clave que se encuentra ubicado en el centro mismo del **Dique de las Palmas** en el río Plata.
- **Punto 4 (P4)** = se encuentra ubicado a 40 metros del Dique Las Palmas en el Río Plata bajo el Puente de la **Avenida Alberto Zambrano**.
- **Punto 5 (P5)** = este punto se encuentra ubicado a 800 metros aguas abajo del Dique Las Palmas Río Plata, en sus alrededores se puede observar **pastizales y zona poblada**.

Tabla 3. Puntos de Monitoreo y Muestreo en WGS 84 17S

N°	X	Y
1	0831191	9834145
2	0831237	9834057
3	0832173	9834053
4	0831336	9834008
5	0831389	9833976

Fuente: Elaboración propia de la Autora, 2016.

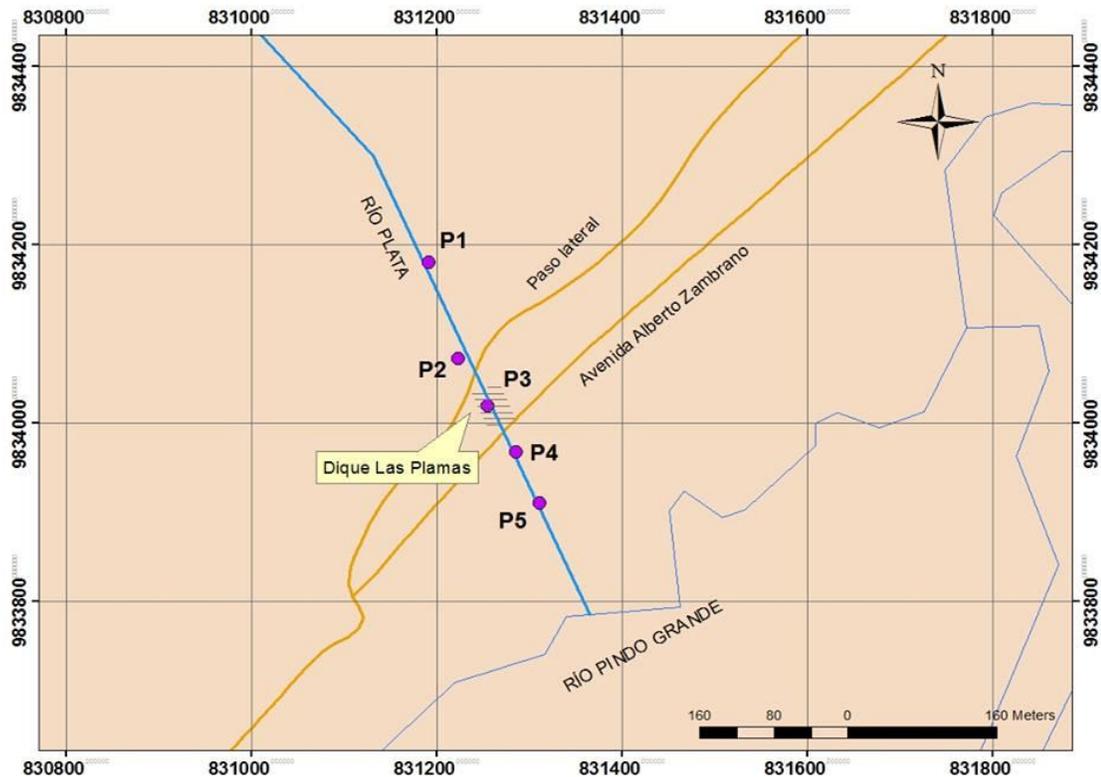


Figura 2. Puntos de Monitoreo y Muestreo en el Río Plata Dique Las Palmas (P1, P2, P3, P4, y P5).

b) Muestreo de macro invertebrados

Para el muestreo de los Macroinvertebrados se identificó los tipos de sustratos (habitat), tales como: sustratos duros en zonas sumergidas del lecho fluvial (rocas, piedras), estructuras construidas por el hombre como pilares de puentes o paredes, superficies artificiales, arena, plantas acuáticas, hojarasca, raíces sumergidas, troncos y ramas. Se evitó muestrear sustratos procedentes de zonas muy sombreadas, zonas emergidas o que presumiblemente lo hubieran estado en algún momento, tramos de escasa corriente, de acuerdo a lo sugerido por (Confederación Hidrográfica del Ebro, *et al*, 2005).

Se realizó las siguientes actividades en base al tipo de hábitat, según lo establece la Confederación Hidrográfica del Ebro, *et al*, 2005 y Carrera & Fierro (2001):

- Se colocó una red aguas abajo del punto de muestreo (Punto 1, Punto 2 y Punto 3, etc.), de cara a la corriente y se realizó movimientos del sustrato con ayuda de las manos o botas para que todos los organismos emergen a la superficie y sean arrastrados por la corriente y depositados en el fondo de la red.
- Se colocó la muestra en una bandeja con un poco de agua, se limpió la red dentro de la bandeja para que todos los individuos colectados sean depositados en la bandeja y se retiró todos los restos orgánicos e inorgánicos existentes en la bandeja.
- Además de colocó y se separó las muestras en envases plásticos con una cantidad de individuos de entre 1 a 5 de cada taxón, se agregó alcohol etílico al 75% para su conservación y se etiquetó cada envase. El contenido de la etiqueta fue la fecha, hora, tiempo y número de muestra mediante un código alfa numérico (RP1, RP2, RP3.... (Río Plata)).



Imagen 6. Monitoreo y muestreo de macroinvertebrados en el río Plata Dique las Palmas (P1, P2, P3, P4, y P5).

c) Monitoreo físico y químico

Para realizar el muestro de agua en el área de estudio se realizó la toma de muestras evitando alterar sus características físicas, químicas y biológicas, para lo cual se realizó los siguientes procedimientos (Figura 4), que fueron documentados mediante fotografías y notas de campo:

- Antes de llenar la muestra en el envase, se lavó 3 veces con el agua a recolectar.
- Se procedió a tomar las muestras de agua en los diferentes puntos de monitoreo en envases de plástico (4000 ml) y vidrio (1000 ml).
- Una vez tomada la muestra se procedió a etiquetarlas, con una etiqueta resistente al agua que contiene el número de muestra, fecha, hora y punto de muestreo.
- Las muestras colectadas y etiquetadas se los colocaron en un refrigerante (Cooler) con el propósito de mantener una temperatura de 4°C durante el trayecto hacia el laboratorio.



Imagen 7. Monitoreo y muestreo de aguas en el río Plata Dique las Palmas (P1, P2, P3, P4, y P5).

d) Observaciones generales y uso del recurso

Para determinar el uso del recurso hídrico y sus alrededores se realizó un recorrido de observación en el área de estudio mismo que corresponde a 800 m aguas arriba y aguas abajo del Dique las Palmas en el Río Plata, en el cual se estableció las características del uso del suelo (agrícola, forestal, urbano) margen izquierdo y derecho del río. Para establecer el uso de las descargas se determinará el número, el caudal y la ubicación de las descargas de las aguas residuales mismas que fueron georeferenciadas. Para identificar el uso recreativo se realizó la observación y conteo directo del número de visitantes cuatro veces durante el proceso de investigación.

e) Análisis de las muestras

Para el análisis de los **macroinvertebrados**, las muestras se trasladaron al laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica en el cual se realizó:

- Se colocó los macro invertebrados en diferentes cajas Petri.
- Se observó mediante el microscopio a cada uno de los macro invertebrados recolectados.
- Se separó e identificó la morfología de cada uno de los macro invertebrados con ayuda del microscopio y claves taxonómicas, permitiendo su identificación en orden y familias.
- Se realizó un conteo del número de individuos colectados en el monitoreo.



Figura 8. Identificación de las muestras de Macroinvertebrados, colectados en el Río Plata sector Dique Las Palmas en los diferentes puntos de muestreo y monitoreo (P1, P2, P3, P4, Y P5).

El análisis de las **muestras de agua** se las realizó en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) y el laboratorio Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos (SAQMIC), ubicado en la Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes en la ciudad de Riobamba – Ecuador, en base a los parámetros establecidos en la Tabla 4. Los resultados (Anexo 6) se los comparó con los límites máximos permisibles establecido en la Tabla 3. Criterios de Calidad Admisible para la preservación de la

vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios y Tabla 7. Criterios de calidad de Agua para fines recreativos mediante contacto primario, del Acuerdo Ministerial 028.



Figura 9. Identificación de las muestras de agua muestreada en el Río Plata sector Dique Las Palmas en los diferentes puntos de muestreo y monitoreo (P1, P2, P3, P4, Y P5).

Tabla 4. Parámetros seleccionados para el análisis Físico, Químico y Biológico.

Número	Parámetros	Lugar de Análisis	Unidad
1	Temperatura	In Situ	°C
2	Potencial de Hidrógeno	In Situ	pH
3	Coliformes Totales	Laboratorio	UFC/100ml
4	Solidos Totales	Laboratorio	mg/l
5	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	Laboratorio	mg/l
6	Conductividad	Laboratorio	

Fuente: Elaboración propia de la Autora, 2016.

f) Análisis de Datos

El análisis de los datos se los realizó en dependencia de los objetivos planeados en la presente investigación:

Identificar la presencia de macroinvertebrados en el Río Plata Sector Dique las Palmas.- esto se obtuvo con la toma de muestras de macroinvertebrados realizado en los diferentes puntos preestablecidos (P1, P2, P3, P4 y P5), en el río Plata sector Dique de las Palmas. Estas muestras fueron identificadas por los taxones y familias en el campo y en el laboratorio.

Caracterizar la abundancia y distribución de macro invertebrados en el Río Plata Sector Dique las Palmas.- para determinar la abundancia y distribución se identificó y cuantificó los macro invertebrados en el campo y laboratorio (Figura 5) en cada punto de muestreo (P1, P2, P3, P4 y P5), y se estableció además el punto que posee mayor abundancia de acuerdo al número de individuos (Figura 6).

Evaluar la calidad de agua del Río Plata Sector Dique las Palmas en función de los resultados encontrados.- para ello se realizó el análisis de los resultados obtenidos y se aplicó del índice de ETP, a más de la comparación de los resultados de las muestras de agua emitidas por el laboratorio en base a los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente (Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 028).

El índice de ETP, se determinó en base a los grupos taxonómicos que establece el grado de sensibilidad como Ephemeroptera (mosca de mayo), Plecóptera (mosca de piedra), y Trichoptera (friganos), ante los contaminantes de tipo orgánico presentes en el agua. (Carrera & Fierro, 2001).

Para aplicar el presente índice tabulo la información recopilada en el campo, en la que se estableció la abundancia y se los colocó frente a cada taxón según corresponda (Genero y Familia). Luego se dividió el número total obtenido de ETP presentes en

cada punto de muestreo, por el número de abundancia total y se multiplico por 100, mediante a siguiente fórmula:

$$\frac{ETP\ Total}{Abundancia\ Total} * 100$$

El valor obtenido de ETP en cada punto (P1, P2, P3, P4 y P5), se comparó con la siguiente tabla de calificación.

Tabla 5. Clasificación de la calidad de agua.

Calidad de agua	
75 - 100 %	Muy Buena
50 - 74 %	Buena
25 - 49 %	Regular
0 - 24 %	Mala

Fuente: Carrera & Fierro, 2001

Diagnosticar el uso de las aguas del Río Plata Sector Dique las Palmas.- para el diagnóstico se identificó el número de descargas existentes y estableció su caudal. Así como la cantidad de individuos y su influencia en el Dique las Palmas Río Plata, se determinó la frecuencia de visitas al dique. Además se caracterizó el uso del suelo del margen derecho e izquierdo del área de estudio.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

En el presente capítulo se establece los resultados obtenidos en los análisis de la calidad de agua en el Río Plata Sector Dique las Palmas, mediante la identificación de macro invertebrados y caracterización físico químico y biológico del agua.

4.1 PRESENCIA DE MACRO INVERTEBRADOS EN EL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS.

Para determinar la presencia de macroinvertebrados en el río Plata Dique Las Palmas, se realizó un monitoreo y su respectivo análisis en el campo y el laboratorio en los diferentes puntos (P1, P2, P3, P4, P5) mismos que dio como resultado:

4.1.1 Bosque Secundario (Punto 1)

El primer punto de muestreo se encuentra ubicado en las coordenadas X: 0831191, Y: 9834145, a 800 metros aproximadamente de Dique Las Palmas en el Río Plata.

Tabla 6. Número de Individuos del Bosque Secundario, Punto 1.

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS
Coleoptera	Psephenidae	2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Baetidae	3
	Leptohyphidae.	1
Odonata	Coenagrionidae	8
Seriata	Planariidae	4
Hemiptera	Gerredae	2
Araneae	Pisauridae	10
TOTAL		38

En este sector se colectaron un total de 38 individuos, distribuidos en 8 familias y 6 órdenes, siendo la familia más representativa Pisauridae con 10 individuos, seguido de Leptophlebiidae y Coenagrionidae con 8 individuos. La familia que presenta menor abundancia es Leptohyphidae con un individuo (Gráfico 1).

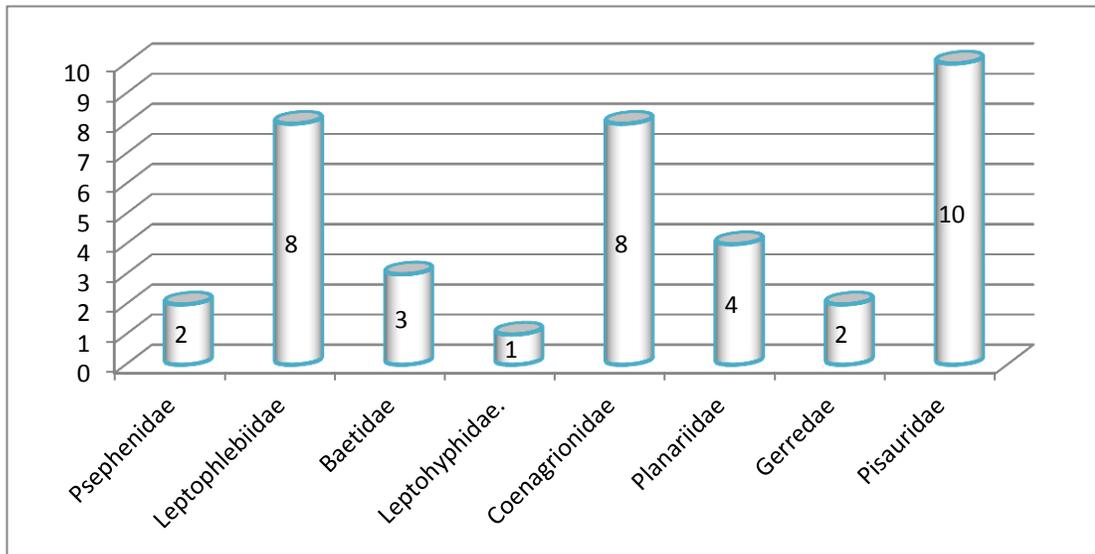


Gráfico 1. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 1, a 800 metros del Diques Las Palmas en el Río Plata.

4.1.2 Puente del paso lateral (Punto 2).

El punto dos se encuentra ubicado bajo el Puente del Paso lateral, en las coordenadas X: 831237, Y: 9834057, a 10 metros aproximadamente de Dique Las Palmas en el Río Plata.

Tabla 7. Número de Individuos colectados bajo el Puente del paso lateral, Punto 2.

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	14
	Baetidae	4
Trichoptera	Hidropsychidae	4
Megaloptera	Corydalidae	5
Seriata	Planariidae	3
Diptera	Chironomidae	2
Aranea	Pisauridae	1
TOTAL		33

En el área se colectó un total de 33 individuos, distribuidos en 7 familias y 6 órdenes, siendo la familia más representativa Leptophlebiidae con 14 individuos, seguido de Corydalidae con 5 individuos. La familia que presenta menor abundancia es Pisauridae con un individuo (Gráfico 2).

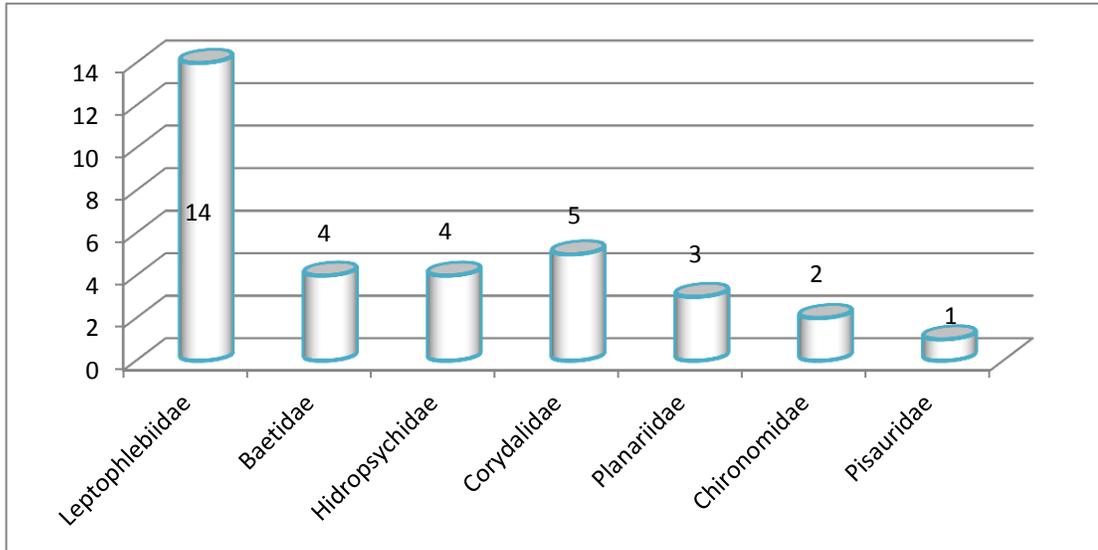


Gráfico 2. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 2, junto el puente del paso lateral junto al Diques Las Palmas en el Río Plata.

4.1.3 Dique de las Palmas (Punto 3).

Este punto se encuentra ubicado bajo el Dique Las Palmas en el Río Plata, en las coordenadas X: 832173, Y: 9834053.

Tabla 8. Número de Individuos colectados Dique Las Palmas, Punto 3.

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	16
	Baetidae	1
	Leptohyphidae.	3
Trichoptera	Hidropsychidae	5
Megaloptera	Corydalidae	2
Tricladida	Planariidae	1
Hemiptera	Gerredae	7
Araneae	Pisauridae	1
TOTAL		36

En el área se colectó un total de 36 individuos, distribuidos en 8 familias y 6 órdenes, siendo la familia más representativa Leptophlebiidae con 16 individuos, seguido de Hidropsychidae con 5 individuos. La familia que presenta menor abundancia es Pisauridae con un individuo (Gráfico 3).

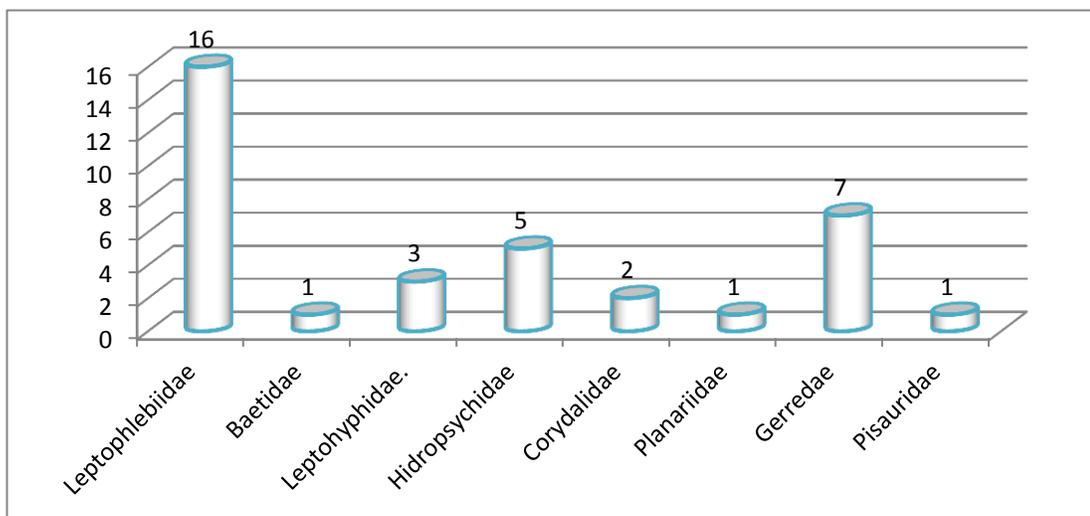


Gráfico 3. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 3, en el Diques Las Palmas en el Río Plata.

4.1.4 Puente sobre la Avenida Alberto Zambrano (Punto 4).

Se encuentra ubicado aguas abajo del Dique Las Palmas en el Río Plata, junto al puente de la Avenida Alberto Zambrano, en las coordenadas X: 831237, Y: 9834057.

Tabla 9. Individuos colectados en el Puente sobre la Avenida Alberto Zambrano, Punto 4.

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	10
	Baetidae	5
	Leptohiphidae.	3
Trichoptera	Hidropsychidae	1
Megaloptera	Corydalidae	1
Tricladida	Planariidae	4
Diptera	Chironomidae	9
Hemiptera	Gerredae	2
Araneae	Pisauridae	1
TOTAL		36

En el área se colectó un total de 36 individuos, distribuidos en 9 familias y 7 órdenes, siendo la familia más representativa Leptophlebiidae con 10 individuos, seguido de Chironomidae con 9 individuos. Las familias que presenta menor abundancia son: Pisauridae, Corydalidae y Hidropsychidae con un individuo (Gráfico 4).

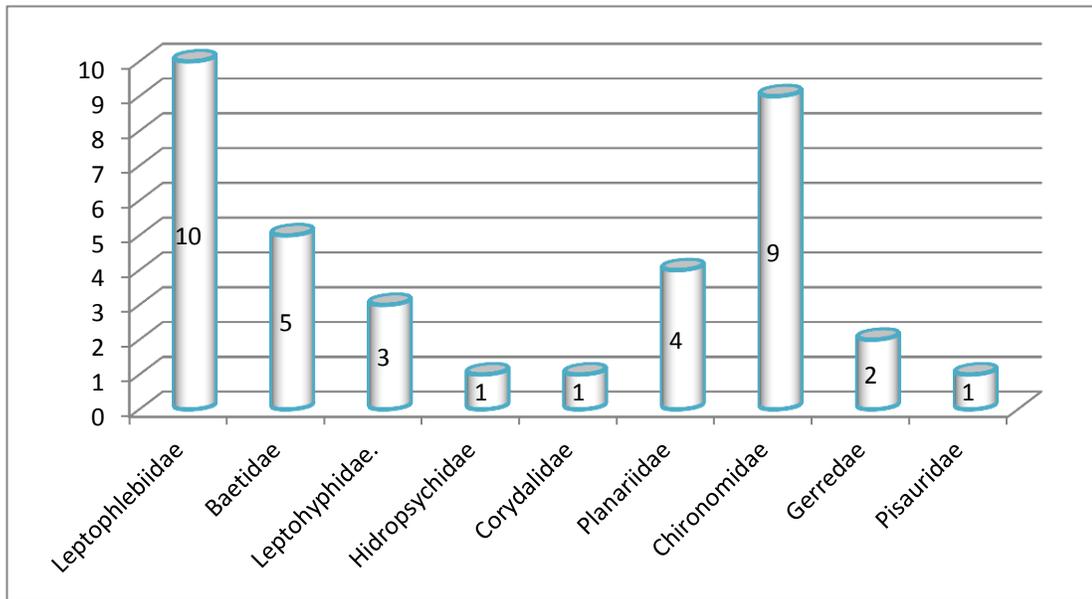


Gráfico 4. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto 4, junto al puente de la Avenida Alberto Zambrano en el Río Plata Dique Las Palmas.

4.1.5 Pastizales y zona poblada (Punto 5).

Este punto se encuentra ubicado en las coordenadas X: 831237, Y: 9834057, aguas abajo del Río Plata, a 800 del Dique Las Palmas, en su alrededores se puede apreciar pastizales y zonas pobladas.

Tabla 10. Individuos colectados a 800 m aguas abajo del Dique Las Palmas, Punto 5.

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS
Coleoptera	Psephenidae	1
Odonata	Coenagrionidae	3
	Libellulidae	1
	Baetidae	2
Ephemeroptera	Leptohiphidae.	4
Megaloptera	Corydalidae	5
Diptera	Chironomidae	4
Hemiptera	Gerredae	1
TOTAL		21

En el área se colectó un total de 21 individuos, distribuidos en 8 familias y 6 órdenes, siendo la familia más representativa Corydalidae con 5 individuos, seguido de

Leptohyphidae y Chironomidae con 4 individuos. Las familias que presenta menor abundancia son: Libellulidae y Psephenidae con un individuo (Gráfico 5).

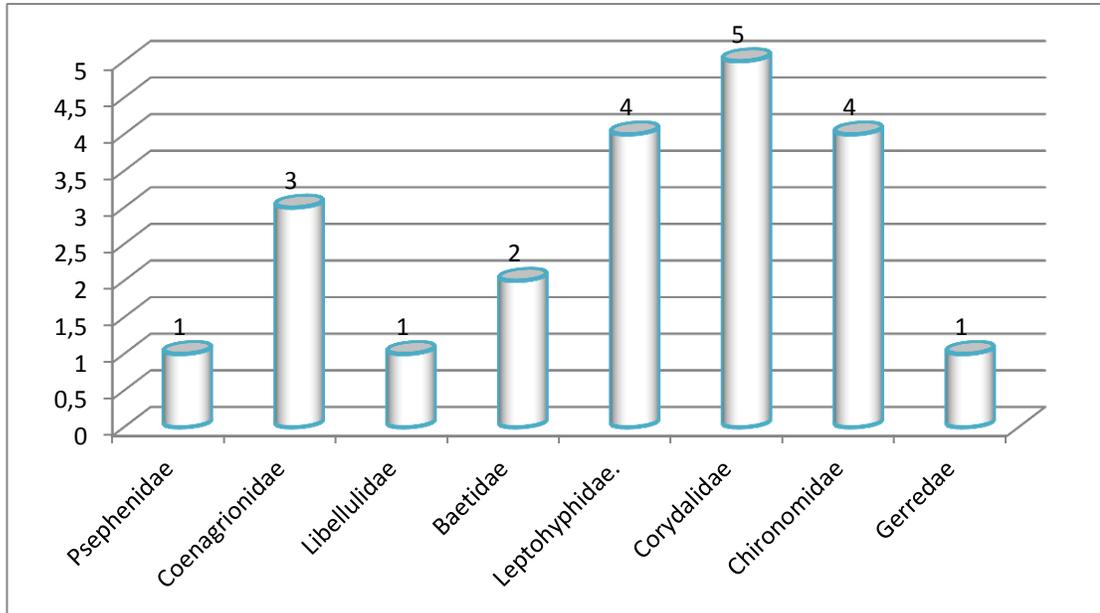


Gráfico 5. Composición de las Familias de Macroinvertebrados del Punto5, a 800 metros aguas abajo del Dique Las Palmas, en el Río Plata.

4.2 ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE MACROINVERTEBRADOS EN EL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS.

La abundancia de los macroinvertebrados del río Plata en el sector del Dique Las Palmas se obtuvo mediante el muestreo en los 5 puntos, mismo que da como resultado la presencia de 164 individuos, mismos que se encuentran distribuidos en; 9 Órdenes y 12 familias. El orden con mayor representatividad es Ephemeroptera que posee tres familias con mayor número de individuos (70), de las cuales sobresale la familia Leptophlebiidae con 48 individuos. Seguido del Orden Odonata con 12 individuos (Tabla 10). El Punto con mayo individuos es el punto 1, en el cual sobresale la familia Pisauridae con 10 individuos.

Tabla 11. Abundancia y distribución de Macroinvertebrados.

ORDEN	FAMILIA	PUNTOS DE MONITOREO					TOTAL
		P1	P2	P3	P4	P5	
Coleoptera	Psephenidae	2				1	3
	Leptophlebiidae	8	14	16	10		48
Ephemeroptera	Baetidae	3	4	1	5	2	15
	Leptohyphidae.	1		3	3		7
Trichoptera	Hidropsychidae		4	5	1	4	14
Diptera	Chironomidae		2		9	4	15
Megaloptera	Corydalidae		5	2	1	5	13
Odonata	Coenagrionidae	8				3	11
	Libellulidae					1	1
Seriata	Planariidae	4	3	1	4		12
Hemiptera	Gerredae	2	0	7	2	1	12
Araneae	Pisauridae	10	1	1	1		13
TOTAL		38	33	36	36	21	164

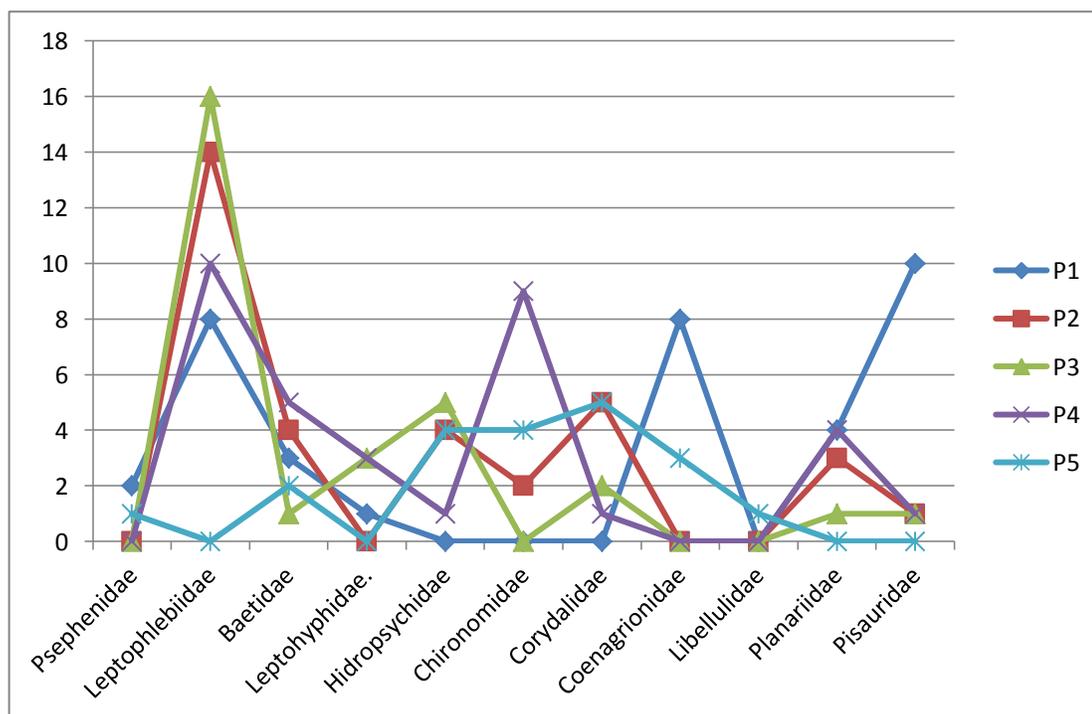


Gráfico 6. Abundancia y distribución de macroinvertebrados en el río Plata Dique Las Palmas, de acuerdo a las Familia identificadas.

Como se puede apreciar en el gráfico 6, la familia Leptophlebiidae, se encuentra presente en la mayoría de los puntos monitoreados (P1, P2, P3 y P4) y son una de las más abundantes (48 individuos). Esta familia del orden Ephemeroptera según Orozco J. (2009), no tolera la contaminación esto permite que se les considere como buenos indicadores de calidad de agua, se las encuentra en arroyos de agua dulce, como es el caso del río Plata.

4.3 CALIDAD DE AGUA DEL RIO PLATA, SECTOR DIQUE LAS PALMAS.

4.3.1 Índice de ETP

La calidad de agua en función del Índice de ETP, se estableció en base a los grupos taxonómicos Ephemeroptera (mosca de mayo), Plecóptera (mosca de piedra), y Trichoptera (friganos), en los diferentes puntos de monitoreo obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12. Calidad del Agua según Índice de ETP.

PUNTOS DE MONITOREO	ÍNDICE DE ETP	CALIDAD DE AGUA
Bosque Secundario (Punto 1)	50%	Buena calidad
Puente del paso lateral (Punto 2)	66,66%	Buena calidad
Dique de las Palmas (Punto 3).	55,55%	Buena calidad
Puente sobre la Avenida Alberto Zambrano (Punto 4).	52,77%	Buena calidad
Pastizales y zona poblada (Punto 5).	28,57%	Calidad Regular

Como se puede apreciar en la tabla 11, en los puntos 1 al 4 poseen un rango de 50 a 68% y el punto 5 con 30%, resultados que según Carrera & Fierro (2001) establece que el agua del río Plata en el punto 4 posee un agua de Muy Buena calidad, esto indica que el Dique de las Palmas actúa como un desarenador, entre los puntos 1 al 4 las aguas son de Buena Calidad y el punto 5, ubicado a 800 metros aguas abajo del

Dique Las Palmas posee un porcentaje de 28,57%, valor que determina que el agua posee una Calidad Regular. Este último resultado permite determinar que existen vestigios de contaminación o a su vez existen descargas de aguas residuales que altera el resultado, mismas que no se pudo identificar en el campo ya que los márgenes derecho e izquierdo poseería gran cantidad de maleza, pasto, entre otras especies.

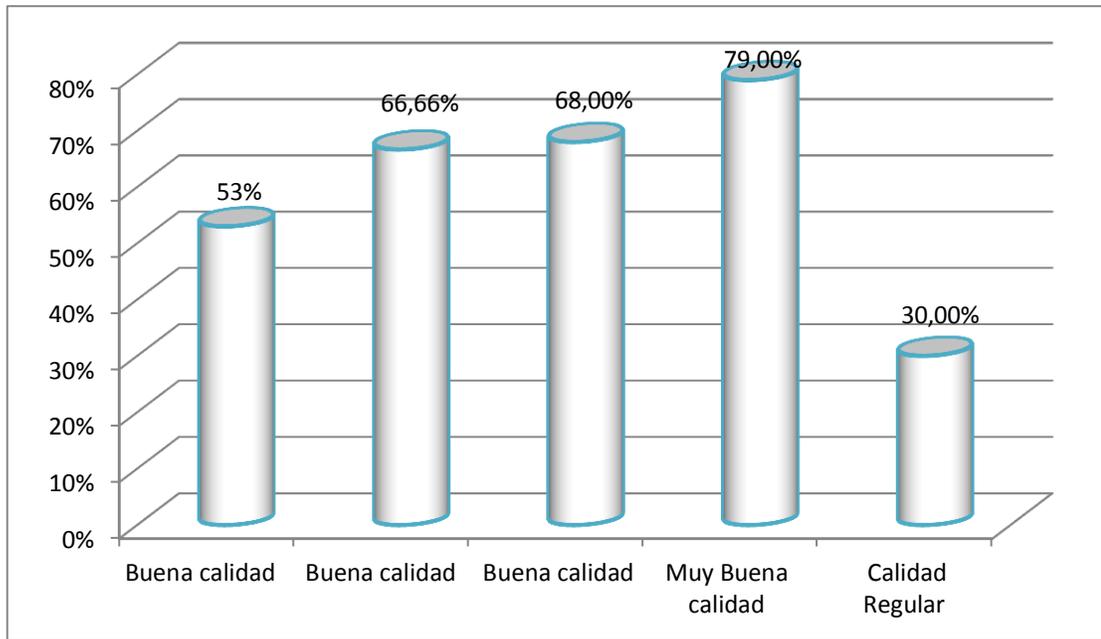


Gráfico 7. Calidad del Agua del río Plata Dique Las Palmas según Índice de ETP.

4.3.2 Análisis Físico, Químico y Biológico del Agua.

A continuación se presenta los resultados del análisis de las muestras de agua emitidas por el laboratorio en base a los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente (Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 028):

4.3.2.1 CONDUCTIVIDAD

Tabla 13. Resultados de Conductividad

PUNTOS DE MONITOREO	CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S/cm}$)		
	25/01/2016	17/02/2016	02/03/2016
PUNTO 1	115,30	115,90	106,50
PUNTO 2	116,50	116,80	107,70
PUNTO 3	114,30	116,50	106,30
PUNTO 4	116,00	115,80	105,90
PUNTO 5	120,50	115,70	106,10

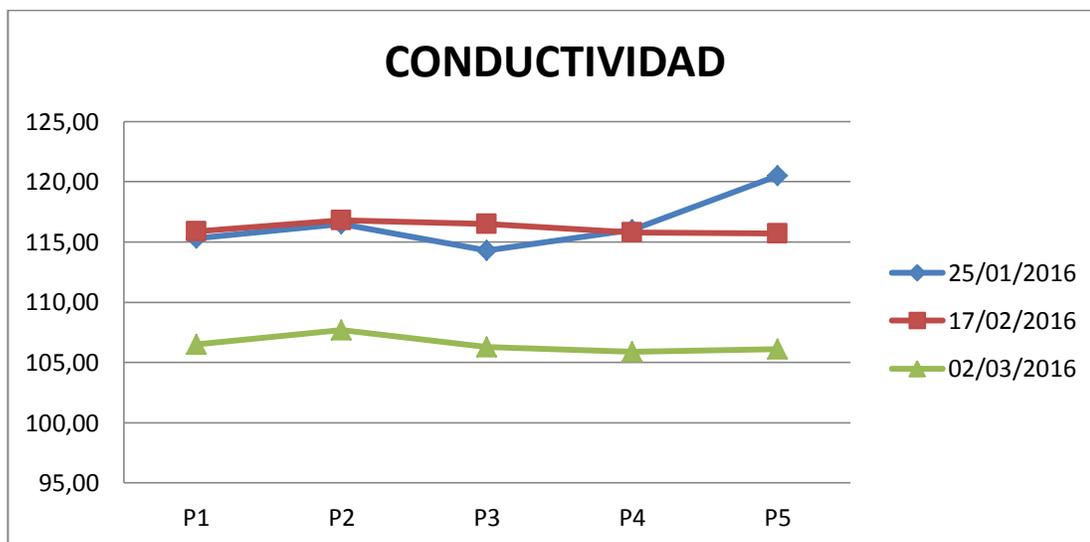


Gráfico 8. Resultados de Conductividad.

Como se puede observar en la Tabla 12 y Gráfico 7, el límite inferior de la Conductividad Eléctrica es de 105.90 $\mu\text{S/cm}$, 02 de marzo y el límite superior de 120,5 $\mu\text{S/cm}$ en el punto 5 muestreados el 25 de enero de 2015. Este parámetro no es considerado en la Tabla 3 del Acuerdo Ministerial 028.

4.3.2.2 TEMPERATURA (°C)

Tabla 14. Resultados de Temperatura

PUNTOS DE MONITOREO	TEMPERATURA (° C)		
	FECHAS DE MONITOREO		
	25/01/2016	17/02/2016	02/03/2016
PUNTO 1	23,70	21,10	21,20
PUNTO 2	23,20	23,20	21,40
PUNTO 3	22,70	21,10	21,40
PUNTO 4	25,20	21,10	21,40
PUNTO 5	23,60	21,00	21,40

Como se puede observar en la Tabla 13 y Gráfico 8, la Temperatura mínima es de 21 °C en la mayoría de los puntos muestreados el 17 de febrero y el 02 de marzo del presente año. Los rangos de temperatura identificados en los diferentes puntos de muestreo se encuentra dentro del máximo admisible que es de 32 °C, cabe manifestar que el incremento de temperatura es dañino para la preservación de la vida acuática ya que esta regula los procesos vitales de los organismos vivos acuáticos, así como, puede alterar la concentración de saturación de oxígeno y la rapidez de las reacciones químicas y las actividades de las bacterias (Romero, 2010).

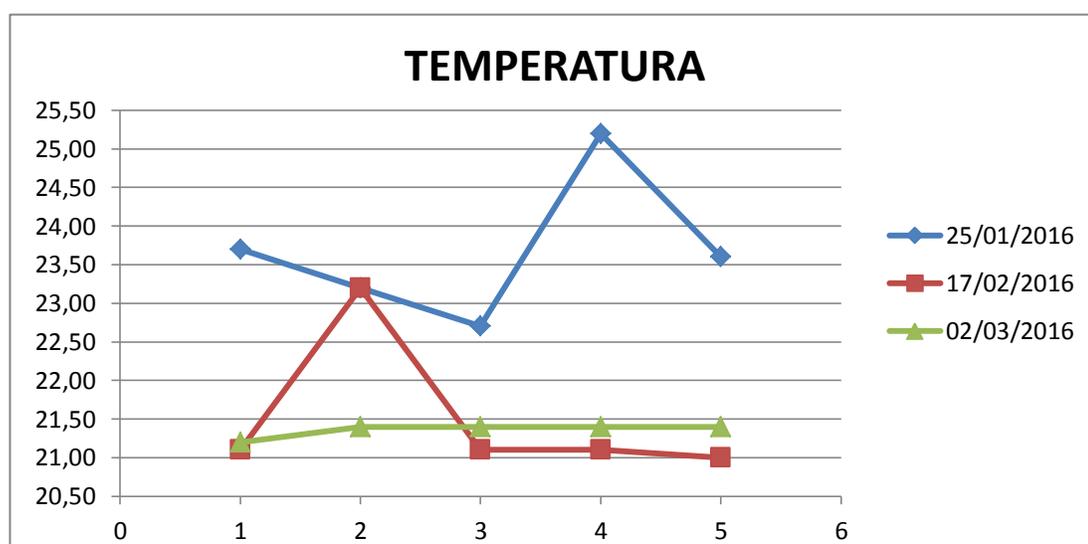


Gráfico 9. Resultados de Temperatura.

2.1.1.1 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH).

Tabla 15. Resultados del Potencial de Hidrogeno (pH)

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)			
PUNTOS DE MONITOREO	FECHAS DE MONITOREO		
	25/01/2016	17/02/2016	02/03/2016
PUNTO 1	7,49	7,34	7,33
PUNTO 2	7,66	7,60	7,65
PUNTO 3	7,67	7,65	7,60
PUNTO 4	7,83	7,80	7,82
PUNTO 5	7,68	7,89	7,81

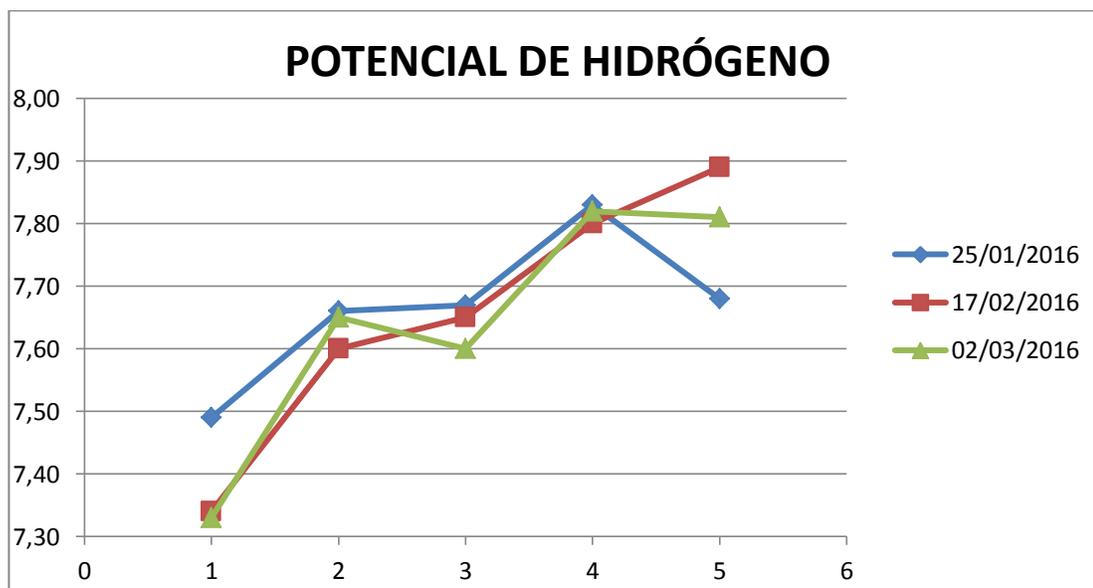


Gráfico 10. Resultados del Potencial de Hidrogeno.

En la tabla 14 y gráfico 9, se puede apreciar que el rango de pH en el río Plata Dique Las Palmas, varía entre 7,33 en el punto 1 muestreado el 02 de marzo de 2015 y 7,89 en el punto 5 muestreado el 17 de febrero.

Estos resultados en base a la Tabla 3. Criterios De Calidad Admisibles Para La Preservación De La Vida Acuática Y Silvestre En Aguas Dulces, Marinas Y De

Estuarios, y la Tabla 7. Criterios de Calidad de Agua para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario, se encuentra dentro del rango admisible que corresponde a 6,5 – 9 y 6,5 - 8,3. Cabe manifestar que los resultados obtenidos no poseen una variación significativa esto se puede evidenciar en la mayoría de los puntos que poseen un mismo resultado.

2.1.1.1 OXÍGENO DISUELTO (ppm)

Tabla 16. Resultados del Oxígeno Disuelto

OXÍGENO DISUELTO (ppm)			
PUNTOS DE MONITOREO	FECHAS DE MONITOREO		
	25/01/2016	17/02/2016	02/03/2016
PUNTO 1	7,95	8,03	8,35
PUNTO 2	8,23	8,31	8,41
PUNTO 3	8,33	8,35	8,46
PUNTO 4	8,01	8,41	8,04
PUNTO 5	8,34	8,46	8,25

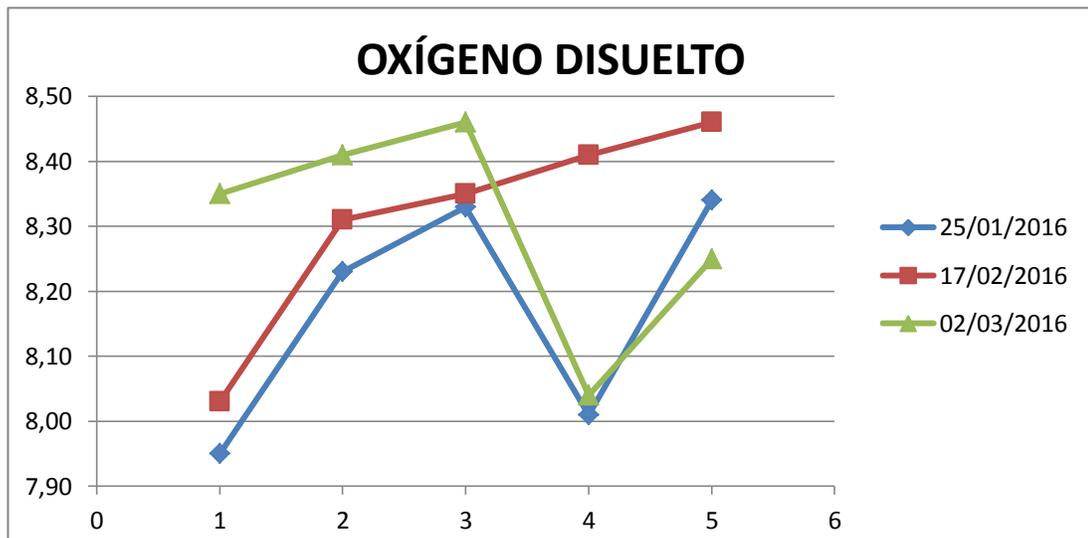


Gráfico 11. Resultados del Oxígeno Disuelto.

De acuerdo a la Tabla 15 y al gráfico 10, el Oxígeno Disuelto posee una concentración de entre 7,95 y 8,15 mg/L, mismo que se encuentra dentro de lo

establecido en la Tabla 3 Criterios Admisibles para la Preservación de vida Acuática y Silvestres en Aguas Dulces, Marinas y de estuarios y Tabla 7. Criterios de Calidad de Agua para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario, ya que la Norma indica que la concentración debe ser superior al 80% de saturación.

2.1.1.1 SÓLIDOS TOTALES (ppm)

Tabla 17. Resultados de los Sólidos Totales

SÓLIDOS TÓTALES (ppm)			
PUNTOS DE MONITOREO	FECHAS DE MONITOREO		
	25/01/2016	17/02/2016	02/03/2016
PUNTO 1	108,00	92,00	104,00
PUNTO 2	128,00	88,00	100,00
PUNTO 3	128,00	92,00	92,00
PUNTO 4	112,00	94,00	102,00
PUNTO 5	124,00	90,00	100,00

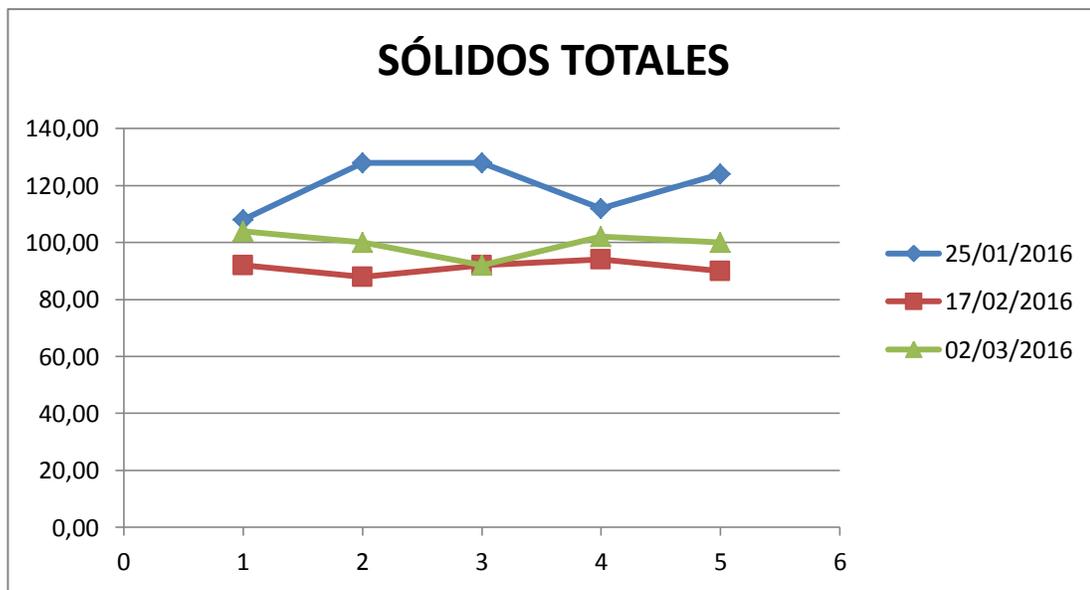


Gráfico 12. Resultados del Sólidos Totales, obtenidos en el muestreo del río Plata, Dique Las Palmas.

En la Tabla 16 y Gráfico 11 se puede apreciar la variación de los Sólidos Totales a nivel de los cinco puntos de muestreo en el Río Plata Dique Las Palmas, teniendo

como límite inferior el valor de 88 mg/L muestreado el 17 de febrero de 2016 en el punto dos y el límite superior de 128 mg/L en el punto dos y tres muestreados el 25 de enero de 2016. Cabe manifestar que este parámetro no consta en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 028, publicado mediante Registro Oficial 270 del 13 de febrero de 2015.

Los sólidos suspendidos y los sólidos disueltos en el agua forman a los sólidos totales. Por la presencia de los sólidos suspendidos, el agua se vuelve turbia ya que se forman sistemas coloidales de entre 1 a 1.000 milimicrómetros, que precipitan rápidamente al estar en reposo, esto facilita para que el agua reciba un tratamiento adecuado si se lo implementa (Castro y Luisa, 1987).

2.1.1.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (mg/L)

Tabla 18. Resultados de la DBO₅

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (mg/L)	
PUNTOS DE MONITOREO	RESULTADO
PUNTO 1	7
PUNTO 3	9
PUNTO 5	20

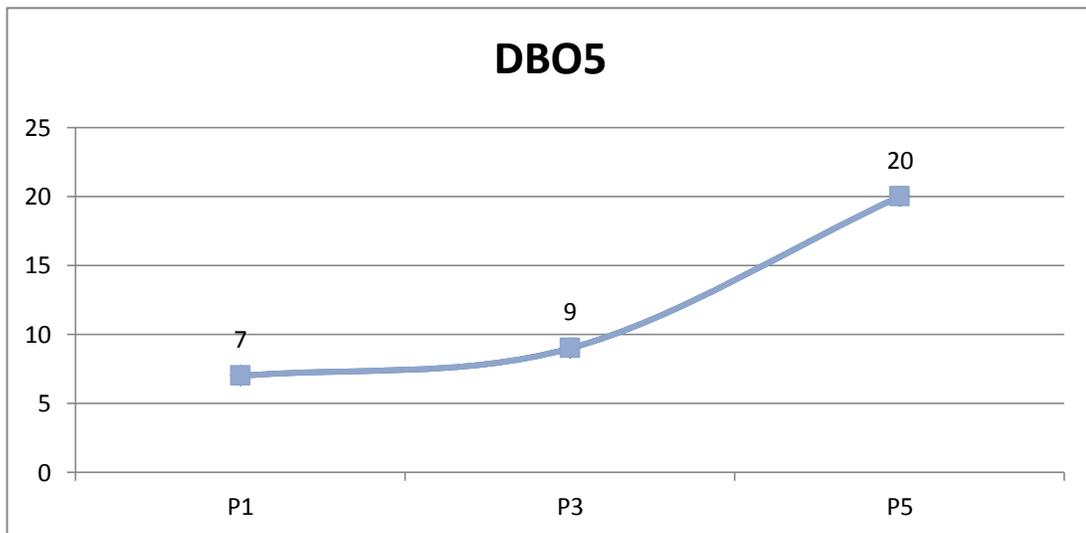


Gráfico 13. Resultados de la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO₅), obtenidos en el muestreo del río Plata sector Dique Las Palmas.

Los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se pueden apreciar en la Tabla 16 y en el Gráfico 12, mismos que en el punto uno y tres no existe una variación significativa, sin embargo el punto 5 sufre un incremento de gran magnitud siendo este de 20 mg/l. Estos valores de acuerdo a la Tabla 3b. Criterios de Calidad Admisible de la DB05 para la Protección de la Vida sobrepasa los límites permisibles 1 a 6 mg/l, razón por la cual se considera que la condición de la vida acuática en el Río Plata Dique las Palmas se encuentra impactada. Cabe manifestar que Gonzales, *et al* 2006, citando a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 1993, establece en su clasificación (Anexo 6) que el agua del río Plata sector Las Palmas posee agua de Buena Calidad (P1 y P3) y Aceptable (P5).

2.1.1.1 COLIFORMES TOTALES (UFC)

Tabla 19. Resultados de la Coliformes Totales (UFC)

PUNTOS DE MONITOREO	FECHAS DE MONITOREO		
	25/01/2016	17/02/2016	02/03/2016
P1	1500	300	200
P2	2100	100	1900
P3	4500	No hay crecimiento del cultivo	1200
P4	4600	400	700
P5	2400	1000	1200

Como se puede apreciar en la Tabla 19 y en el Gráfico 14, en dos de los días muestreados (17/02/2016 y 02/03/2016) las Unidades Formadoras de Colonias oscilan de entre 100 a 1900, se encuentran dentro de los límites establecidos en la en la Normativa Ambienta, Acuerdo Ministerial 028, Tabla 7. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA AGUAS PARA FINES RECREATIVOS MEDIANTE CONTACTO PRIMARIO, que corresponde a 2000 UFC. Sin embargo los valores establecidos en los puntos 2 al 5 muestreados el 25 de enero de 2016 sobrepasan los límites establecidos en la Tabla 7 del Acuerdo ministerial 028. Las causas de estos resultados conllevan a la influencia de las condiciones climática ya que en aquel día el afluente poseía un caudal elevado, a causa de una fuerte precipitación que por las características del suelo (ondulado y pendiente) acarrea toda clase de residuos, entre ellos fecales.

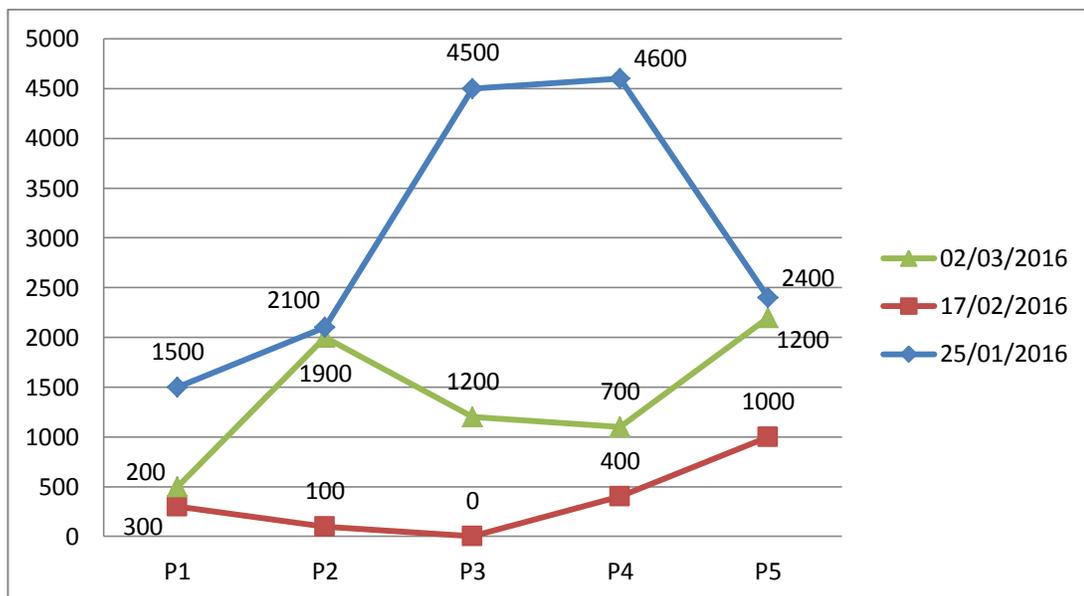


Gráfico 14. Resultados de Coliformes Totales (UFC), obtenidos en el muestreo del río Plata sector Dique Las Palmas.

2.1 USO DE LAS AGUAS DEL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS.

2.1.1 Uso Recreativo

Para establecer el Uso del agua del río Plata para fines Recreativos realizó, varias visitas al Dique Las Palmas con el fin de realizar un conteo de las personas que visitan el balneario y establecer un promedio de usuarios

Tabla 19. Usuarios del Dique las Palmas.

USUARIOS DEL DIQUE LAS PALMAS							
	FECHAS DE MONITOREO						TOTAL
	27/01/2016	30/01/2015	17/02/2016	21/02/2016	01/03/2016	06/03/2016	
Niños	7	10	2	9	9	16	53
Adolescentes	9	10	5	7	13	4	48
Adultos	6	15	12	9	5	12	59
TOTAL	22	33	19	25	27	32	158

Como se puede observar en la Tabla 16, las personas que visitan el Dique las Palmas ubicado en el río Plata ascienden a un total de 158 usuarios. Por versiones de los habitantes de los alrededores y del abarrote del Dique esta cantidad es relativamente baja a comparación de ciertas ocasiones que solo en un día visitaban el Dique alrededor de 200 personas. La prescencia de esta cantidad de usuario beneficia al ambiente, ya que a menor usuario menor serán los elementos o sustancias que incidan en la calidad del agua.

2.1.2 Uso de Suelos

Los márgenes derecho e izquierdo del área de estudio son utilizados en el Punto 1, no tiene ningún uso hasta el momento se podría manifestar que existe un bosque secundario, intervenido, el punto 2, su característica más representativa es la construcción de un puente en la vía o paso lateral, el punto 3 comprende en si las inmediaciones del Dique Las Palmas, en el punto 4 también cuenta con un puente que en este caso atraviesa la avenida Alberto Zambrano y el Punto 5 se encuentra intervenido, no posee vegetación de importancia sin embargo la posee pasto, hierba, entre otros, este último punto también se encuentra rodeada de viviendas que aparentemente no vierten sus descargas en el Río Plata, sin embargo los resultados de monitoreo de macroinvertebrados indica que las aguas en este punto son de calidad regular.

2.1.3 Receptor de Aguas Residuales

El río Plata en el sector del Dique las Palmas actúa como receptor principalmente de las aguas pluviales y segundo de dos pequeñas descargas ubicado a 6 metros antes del punto 4, como se puede apreciar en la Figura 2.

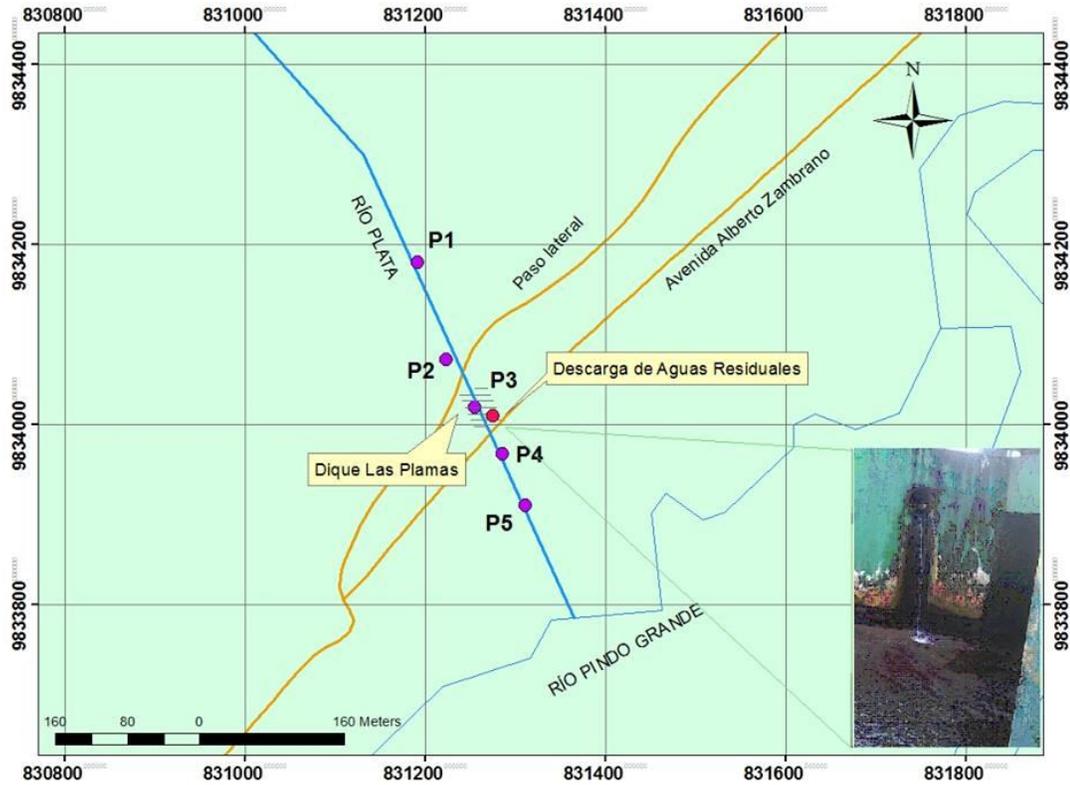


Figura 3. Mapa de localización de las descargas de aguas residuales en el Río Plata Dique Las Palmas.

2.1.4 CONCLUSIONES

- En el Río Plata, Sector Dique las Palmas se colectaron un total de 164 individuos, mismos que se encuentran distribuidos en; 9 Órdenes y 12 familias. El orden con mayor representatividad es Ephemeroptera que posee tres familias con mayor número de individuos (70), de las cuales sobresale la familia Leptophlebiidae con 48 individuos. Seguido del Orden Odonata con 12 individuos.
- La calidad de Agua del Río Plata, Sector Dique las Palmas en función del índice de ETP, establece que sus aguas son de buena calidad en los puntos 1 al 4 y en el punto 5 de Calidad Regular. Este último resultado permite determinar que existen vestigios de contaminación o a su vez existen descargas de aguas residuales que altera el resultado, mismas que no se pudo identificar en el campo ya que los márgenes derecho e izquierdo poseería gran cantidad de maleza, pasto, entre otras especies.
- Los resultados obtenidos mediante el índice de ETP, son corroborados con el análisis físico (Temperatura, pH, Sólidos Totales, Conductividad) aplicado a las aguas del río Plata sector Dique las Palmas ya que se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del Acuerdo ministerial 028, publicado mediante Registro Oficial 270 del 13 de febrero de 2015. Con lo cual se establece que el Agua del río Plata sector Dique las Palmas puede ser utilizado para fines recreativos en contacto primario y útil para la preservación de la vida acuática.
- Cabe manifestar que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) de acuerdo a la Tabla 3b. Criterios de Calidad Admisible de la DB05 para la Protección de la Vida, del Acuerdo Ministerial 028, sobrepasan los límites permisibles que van de 1 a 6 mg/l, ya que estos son 7,9 y 29 mg/l, razón por la cual se establece que la condición de la vida acuática en el Río Plata Dique las Palmas posee impacto y por ende altera la calidad del agua.

- Con respecto a las Coliformes Totales los resultados obtenidos de los puntos 1 al 5 muestreados el 17/02/2016 y 02/03/2016 oscilan de entre 100 a 1900 UFC, valores que de acuerdo a la Tabla 7. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA AGUAS PARA FINES RECREATIVOS MEDIANTE CONTACTO PRIMARIO, se encuentran dentro de los límites máximos establecidos que corresponde a 200 UFC. Sin embargo los valores establecidos en los puntos 2 al 5 muestreados el 25 de enero de 2016 sobrepasan los límites establecidos en la Tabla 7 del Acuerdo Ministerial 028. Las causas de estos resultados conllevan a la influencia de las condiciones climática ya que en aquel día el afluente poseía un caudal elevado, a causa de una fuerte precipitación que por las características del suelo (ondulado y pendiente) acarrea toda clase de residuos, entre ellos fecales.
- Las aguas del Río Plata Sector Dique las Palmas, el punto 1 se caracteriza por rodearse de un bosque secundario, el punto 2 por la infraestructura del puente del paso lateral vía Puyo-Baños, el punto 3 se caracteriza por la presencia del Dique las Palmas, el punto 4 por la infraestructura del puente de la Avenida Alberto Zambrano y el punto 5 por rodearse de pastos y viviendas. El punto 3 correspondiente al Dique las Palmas es utilizada principalmente para fines recreativos en contacto primario (natación) ya que es visitado por turistas nacionales y extranjeros, de los cuales se pudo identificar a 158 usuarios semanales aproximadamente. Además este sector en su mayoría

2.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con el monitoreo de la calidad de agua del Río Plata a partir del punto 5 (800 metros agua a bajo del Dique Las Palmas), ya que a partir de este punto se evidencia contaminación y de esta manera identificar los posibles focos de contaminación y aplicar medidas para mitigar el impacto ambiental de las aguas del río.
- Se recomienda además gestionar ante la entidad competente (GAD Municipal de Pastaza), la limpieza de los márgenes derecho e izquierdo del río Plata a

partir del Punto 5, para que de esta manera se pueda identificar las descargas de aguas residuales y se informe a la ciudadanía la prohibición de las descargar sin previo tratamiento a un cuerpo de agua.

- Gestionar y coordinar con los entes competentes (GADM Pastaza, MAE), charlas de concientización a la ciudadanía, referente a la importancia y cuidado de las fuentes hídricas.

3. BIBLIOGRAFÍA

BARBER, H. et al. 2008. Global Diversity of Mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in Freshwater. *Hydrobiology* N° 595 Pág. 339–350. Disponible en <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10750-007-9028-y>

Bokova Irina. 2010. Mensaje de la Sra. Irina Bokova Directora Genral de la Unesco, con motivo del día mundial del agua. “Agua Limpia para el Mundo Sano”.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001872/187217s.pdf>

Carrera. C y Fierro K. 2001. Manual de Monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad de agua. EcoCiencia. Quito. Ecuador.

Castro, E., María, L. 1987. Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua. Lima, CEPIS.

Confederación Nacional del Ebro., Alban J., Partdo I., Prat N., y Pujante A. (2005). Metodología Para el Establecimiento del Estado Biológico Según la Directiva Macro Del Agua. Protocolo de Muestreo y Análisis Para Invertebrados Bentónicos. Zaragoza.

Crites, Tchobanoglous, G. 2000. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. McGraw Hill Interamericana, S.A. Colombia

- Carrera, C. y Fierro, K. . (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito: EcoCiencia.
- Dajoz, R. (2002)b. Tratado de Ecología. Segunda edición. Capítulo 25: El medio marino. Pag. 585-587.
- Dominguez, E. y Fernández H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología*. Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E., Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 76: 275-285
- García J. 2001. A Donde Va el Agua. Definición dada por la OMS (On line). <http://books.google.com.ec/books?id=VAO7Mkv2DkC&pg=pT35%dq=OMS+%2B+el+agua+se+encuentra+cantaminada&source=bl&ots=oNJqOjhYIO&sig=Fs2B4xt-ro9Dy3A63Damgu2PQEo&hl=es&sa=X&ei=QGtNUNnmJ5Tg8ASm1YCwCw&ved=0CDMQ6AEwAAQ#v=onepage&q=OMS%20%2B%20el%20agua%20se%20encuentra%20contaminada%f=false>
- González A. Ávila P. Tejeda V. Zarazúa O. Longoria G. 2006, cita a Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 1993, en su Estudio del Curso Alto del Río Lerma desde una Perspectiva Sustentable.
- Goyenola. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras –Oxígeno Disuelto. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos -RED MAPSA.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). *Revista de Biología Tropical*. Capítulo IV: Ephemeroptera. Vol. 58. Pag. 64.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*. Capítulo I: Vol. 58. Pag. 4-6.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia). Adscrito al Ministerio de Ambiente. 2001. Temperatura, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.

- Jácome D. 2010. Proyectos de Inversión “Planta Purificadora de Agua de Esmeraldas”. [Tesis]. México. Pág. 44.
- Jiménez L. 1992. Medio Ambiente y Desarrollo Alternativo, Contaminación del Agua. IEPALA, 2 Edición, Pág. 224-226. On line.
- Ladrea, R. 2012. Los Macroinvertebrados Acuáticos Como Indicadores Del Estado Ecológico De Los Ríos. Rioja.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Acuerdo Ministerial 028. Sustitutivo del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Literal 4.1. Criterios de calidad de agua para usos distintos. Registro Oficial N° 270, del 13 de febrero de 2015.
- Orozco J. (2009). Guía de campo Macro- invertebrados de la Cuenca del Ebro. Leptophlebiidae. Cemeyká. España.
- Ramírez, Alonso. (2010). Capítulo 5: Odonata. Revista de Biología Tropical [online]. vol.58.suppl.4. Pag. 97-136. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0034-7744.
- Rammirez A. 2010. Métodos de recolección. Instituto para Estudios de Ecosistemas Tropicales. Universidad de Puerto Rico.
- Roldan, G. 2003. Fundamentos de la Limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellin - Colombia.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia.
- Rosemberg, D: y Resh, V. 1993. Freshwater Biomoniaturin and benthic mcroinvertebrates. Champman y Hall.

Stevens Institute of Technology (SIT). 2006a. Demanda Biológica de Oxígeno. (en línea). Consultada 03 de Nov 2015. Disponible en: <http://www.k12science.org>

Sistema Nacional Ambiental. (en línea). Consultado el 03 de Nov 2015. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co>

Tribunal Supremo Electoral. 2.008. Proyecto de la Nueva Constitución 2.008: Proyecto de la Nueva Constitución de la República del Ecuador. Tribunal Supremo Electoral Garantía de la Democracia (TSE). Quito, Ecuador.

4. ANEXOS

Anexo 1. Tabla 3: Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Aguadulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ¹¹¹	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total ⁶⁶	NH3	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	Hg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ³¹		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohidricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,05	0,05
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Niquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	%de saturación	>80	>60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	M-g/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	Mg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	PH	unidades de pH	6,5-9	6,5-9,5
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	PH	unidades de pH	6,5-9	6,5-9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DBO ₅ ⁽⁴⁾	DBO ₅	mg/l	-	
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	no aplica

Fuente: Anexo 1. Del Acuerdo Ministerial 028

Anexo 3. Tabla 3b. Criterios de calidad admisible de la db05 para la protección de la vida acuática.

Objetivos de calidad	DB05 (mg/l)	Condición de la vida acuática
1	1	Vida acuática no impactada
II	1-2	Vida acuática no impactada
III	2 - 6	Vida acuática con impacto moderado

Fuente: Anexo 1. Del Acuerdo Ministerial 028

Anexo 2. Tabla 7: Criterios de Calidad de Aguas para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Parásitos Nemátodos Intestinales			Ausencia
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100mi	200
Coliformes Tptales	NMP	NMP/100ml	2000
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Grasas y aceites	Película visible		Ausencia
Material Flotante	Visible		Ausencia
Oxígeno Disuelto	OD	%de saturación	>80
PH	PH		6,5 - 8,3
Relación Nitrógeno-Fósforo Total			15:1
fensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
La visibilidad al disco Secchi será de por lo menos 2m c		e profundidad	

Fuente: Anexo 1. Del Acuerdo Ministerial 028

Anexo 3. Cronograma de Trabajo

Desarrollo de la Investigación	O	N	D	E	F	M	A	M	J
Elaboración del perfil de tesis									
Presentación y aprobación del perfil de tesis									
Elaboración del anteproyecto de tesis									
Presentación y aprobación del anteproyecto de tesis									
Desarrollo de la investigación									
Elaboración del borrador de Tesis									
Presentación y corrección del borrador de Tesis									
Presentación Tesis final									
Aprobación de Tesis									
Defensa de Tesis									

Anexo 4. Resultados del Laboratorio.



Contáctanos: 0998580374 - 032924322 ó 0993806600
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Dr. Raúl Valverde
Fecha de Análisis: 24 de febrero de 2016
Fecha de Entrega de Resultados: 2 de marzo del 2016
Tipo de muestras: Agua superficial
Localidad: Puyo

Código 004-16

Análisis Químico

DETERMINACION DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO₅)

Muestras	Unidades	*Método	Resultados
Rp1	mg/L	5210-B	7
Rp3	mg/L	5210-B	9
Rp5	mg/L	5210-B	20

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 21 ed.

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

INFORME DE ENSAYOS

Fecha de informe: 4 de Marzo del 2016	Informe #: 1	Página: 1
---------------------------------------	--------------	-----------

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: Aguas	Nombre de la muestra: Río Plata
Contenido declarado: No declarado	Contenido encontrado: 4 Litros/punto de muestreo
Forma de conservación: temperatura ambiente	Muestreo: Realizado por el <u>tesista</u>
Condiciones y materiales de envase: Botellas <u>pet</u> (recicladadas).	Fecha de recepción: 25 de Enero 2016

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre: Srta. Andrea Barreno M.	Dirección: Universidad Estatal Amazónica
Teléfono: 0983087976	E-mail: andrea25_1991@hotmail.com

ANÁLISIS FÍSICOS

Condiciones ambientales: Temperatura: 19°C -23°C	Humedad relativa: 35% – 65%
Fecha de análisis: 25-27 de Enero del 2016	Datos tomados del cuaderno/archivo de registros de análisis #1
Método de Referencia:	
Potencial de Hidrogeno: Método <u>Hach</u> 8156. (4500 H ⁺ Standard Methods 22ND Ed, USEPA Método 150.1)	Conductividad: Método <u>Hach</u> 8160 aceptado USEPA. (2510-B Standard Methods 22 ND Ed.)
Oxígeno disuelto: Método <u>Hach</u> 10360 aprobado USEPA (Refer to USEPA 40 CFR Part 136.3)	Sólidos Totales: <u>2540</u> , B Standard Methods 22 ND Ed.

PARÁMETROS	UNIDADES	PUNTOS DE MUESTREO				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
Conductividad	µS/cm	115,3	116,5	114,3	116,0	120,5
Temperatura	° C	23,7	23,2	22,7	25,2	25,0
Potencial de hidrogeno	pH	7,49	7,66	7,67	7,83	7,68
Temperatura	° C	23,6	23,5	23,4	25,8	25,8
Oxígeno disuelto	ppm	7,95	8,23	8,33	8,01	8,34
Temperatura	° C	23,6	23,6	23,3	25,0	25,9
Sólidos Totales	ppm	108	128	128	112	124

OBSERVACIONES: La temperatura a la que se realizó los análisis (pH, conductividad, oxígeno disuelto) en el laboratorio una vez llegada las muestras, rango de 22-26 °C.

Ing. Jorge Reyes
Coord. Lab. Ambiental (Aguas)

INFORME DE ENSAYOS

Fecha de informe: 4 de Marzo del 2016	Informe #: 1	Página: 2
---------------------------------------	--------------	-----------

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: Aguas	Nombre de la muestra: Río Plata
Contenido declarado: No declarado	Contenido encontrado: 4 Litros/punto de muestreo
Forma de conservación: temperatura ambiente	Muestreo: Realizado por el <u>tesista</u>
Condiciones y materiales de envase: Botellas <u>pet</u> (recicladass).	Fecha de recepción: 17 de Febrero 2016

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre: Srta. Andrea Barreno M.	Dirección: Universidad Estatal Amazónica
Teléfono: 0983087976	E-mail: andrea25_1991@hotmail.com

ANÁLISIS FÍSICOS

Condiciones ambientales: Temperatura: 19°C -23°C	Humedad relativa: 35% – 65%
Fecha de análisis: 17-18 de Febrero del 2016	Datos tomados del cuaderno/archivo de registros de análisis # 2
Método de Referencia:	
Potencial de <u>Hidrogeno</u> : Método <u>Hach</u> 8156. (4500 H ⁺ Standard Methods 22ND Ed, USEPA Método 150.1)	Conductividad: Método <u>Hach</u> 8160 aceptado USEPA. (2510-B Standard Methods 22 ND Ed.)
Oxígeno disuelto: Método <u>Hach</u> 10360 aprobado USEPA (Refer to USEPA 40 CFR Part 136.3)	Sólidos Totales: <u>2540 B Standard Methods 22 ND Ed.</u>



PARÁMETROS	UNIDADES	PUNTOS DE MUESTREO				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
Conductividad	μS/cm	115,9	116,8	116,5	115,8	115,7
Temperatura	° C	21,1	20,9	21,1	21,1	21,2
Potencial de hidrogeno	pH	7,34	7,60	7,65	7,80	7,89
Temperatura	° C	21,1	21,0	21,0	21,0	21,1
Oxígeno disuelto	ppm	8,03	8,31	8,35	8,41	8,46
Temperatura	° C	21,0	21,0	20,9	20,9	21,0
Sólidos Totales	ppm	92	88	92	94	90

OBSERVACIONES: La temperatura a la que se realizó los análisis (pH, conductividad, oxígeno disuelto) en el laboratorio una vez llegada las muestras, rango de 20-22 °C.

Ing. Jorge Reyes
Coord. Lab. Ambiental (Aguas)

Anexo 6. Calidad de Agua, Clasificación CONAGUA.

Criterio	Clasificación	Interpretación
Menor a 5 mg/L	Excelente	No contaminada
Entre 5 y 10 mg/L	Buena Calidad	Bajo contenido de materia orgánica biodegradable.
Entre 10 y 30 mg/L	Aceptable	Con indicio de contaminación, capacidad de autodepuración o descargas tratadas biológicamente.
Entre 30 y 120 mg/L	Contaminada	Descarga de aguas residuales crudas, principalmente municipales.
Mayor a 120 mg/L	Fuertemente contaminada	Descarga de aguas residuales crudas, municipales y no municipales.

Anexo 7. Presupuesto.

RUBROS	VALOR
Transporte y alimentación	60
Equipo y Herramientas de Campo	
GPS	500
Cámara Fotográfica	500
Computadora portátil	1000
Impresora	90
Materiales	
Libreta de campo	2
Materiales de oficina e impresiones	250
Equipo de monitoreo y muestreo	
Redes	20
Botas de caucho	10
Envases de plástico	50
Lupa	5
Tiras de Ph	30
Bandejas plásticas blancas	30
Pinzas metálicas	5
Alcohol antiséptico al 75%	20
Agua destilada	5
Análisis de laboratorio	200
Imprevistos	100
VALOR TOTAL	2877,00