



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACION

**“EVALUACION DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS COMO INDICADORES
BIOLOGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL AMIDAS DEL
PARQUE NACIONAL LLANGANATES EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros en Medio Ambiente

Autores:

Porras Bonilla Kevin Israel

Saltos Loja Jonathan David

Tutor:

Ing. Mg. Lozano Hernández Cristian Javier

Latacunga - Ecuador

Agosto 2017

DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros Porras Bonilla Kevin Israel, Saltos Loja Jonathan David declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Evaluación de Macro y Micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua del Humedal Amidas del Parque Nacional Llanganates en la Provincia de Cotopaxi.”, siendo el Ing. Lozano Hernández Cristian Javier tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Porras Bonilla Kevin Israel

050358217-3

.....
Saltos Loja Jonathan David

050356707-5

CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Porras Bonilla Kevin Israel, identificado con C.C. N° 050358217-3, de estado civil casado y con domicilio en el barrio América perteneciente a la parroquia San Miguel , cantón Salcedo y Saltos Loja Jonathan David, identificado con C.C. N° 050356707-5, de estado civil Soltero y con domicilio en las calles Calixto Pino y Gustavo Iturralde, cantón Latacunga, a quienes en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLAUSULA PRIMERA.- LOS CEDENTES son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

HISTORIAL ACADÉMICO. -

FECHA DE INICIO DE LA CARRERA. - Marzo 2012- agosto 2012

FECHA DE FINALIZACIÓN. - Abril 2017- agosto 2017

APROBACIÓN HCA. - . 01 de agosto del 2017

TUTOR. - Ing. Mg. Cristian J. Lozano Hernández.

TEMA: “Evaluación de macro y micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua del humedal amidas del parque nacional Llanganates en la provincia de Cotopaxi.”

CLAUSULA SEGUNDA.- EL CESIONARIO es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLAUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autorizan al **CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLAUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfieren definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLAUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

CLAUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLAUSULA SEPTIMA.- CLAUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrán utilizarla.

CLAUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- EL CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LOS CEDENTES** en forma escrita.

CLAUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLAUSULA DECIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLAUSULA UNDECIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concE.P.To será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, al mes de agosto del 2017.

.....
Porras Bonilla Kevin Israel
EL CEDENTE

.....
Saltos Loja Jonathan David
EL CEDENTE

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez.
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Evaluación de Macro y Micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua del Humedal Amidas del Parque Nacional Llanganates en la Provincia de Cotopaxi.”, de Porras Bonilla Kevin Israel y Saltos Loja Jonathan David, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2017

.....
Ing. Mg. Cristian Lozano Hernandez
CI. 060360931-4

APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por cuanto, el o los postulantes: Porras Bonilla Kevin Israel y Saltos Loja Jonathan David con el título de Proyecto de Investigación: “Evaluación de Macro y Micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua del Humedal Amidas del Parque Nacional Llanganates en la Provincia de Cotopaxi.” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga 26 de Julio del 2017

Para constancia firman:

Lector 1

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos
CC: 050144458-2

Lector 2

Ing. Mg. Renán Lara Landázuri
CC: 040048801-1

Lector 3

Ing. Mg. José A. Andrade Valencia
CC: 050252448-1

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos tener y disfrutar a nuestras familias, a nuestras familias por apoyarnos en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día nos demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser, gracias a nuestros padres por permitirnos cumplir con excelencia en el desarrollo de esta nueva meta, por creer en nosotros, no ha sido sencillo el camino hasta el camino, pero gracias a sus aportes a su amor, bondad y apoyo lo complicado se ha notado menos, les agradecemos y hacemos presente nuestro gran afecto para ustedes.

Kevin Israel
Jonathan David

DEDICATORIA

Dedicamos principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos el haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional. A nuestras madres por ser el pilar más importante y demostrarnos siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opciones. A nuestros padres, a pesar de nuestra distancia física, sentimos que están con nosotros siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos sé que este momento es especial. A nuestras familias en general porque nos han brindado su apoyo y por compartir con nosotros buenos y malos momentos.

Kevin Israel
Jonathan David

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Evaluación de macro y micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua del humedal amidas del Parque Nacional Llanganates en la provincia de Cotopaxi.”

Autores:

Porras Bonilla Kevin Israel
Saltos Loja Jonathan David

RESUMEN

Para el desarrollo de la presente investigación el principal objetivo fue: Evaluar la calidad de agua mediante macro y micro invertebrados en el humedal amidas del cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi. Se utilizó las metodologías basadas en BMWP “Biological Monitoring Working Party”, que permite evaluar el índice de calidad Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (E.P.T), y para el Índice de biodiversidad se utilizó parámetros establecidos por Shannon Weaver. A continuación, se realizó una comparación de los análisis físico, químico y microbiológico para validar la información biológica obtenida, se utilizó la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 169:98, para la recolección de los bioindicadores. Se identificaron 1.057 individuos de macro invertebrados acuáticos, agrupados en 10 familias, pertenecientes a (Hyaellidae, Notonectidae, Sphaeriidae, Planariidae) siendo estas las más representativas, en cuanto al índice E.P.T no se aplicó ya que no se encontraron especies de estas familias. En el estudio de los micro invertebrados se encontraron 6 familias de diatomeas siendo la menor tolerante a la contaminación la especie *Frustulia vulgaris*, posterior se realizó el índice de diversidad de Shannon obteniendo una puntuación de 5,32. El índice BMWP reveló que el Humedal Amidas muestra una contaminación tipo III (aguas moderadamente contaminadas), los parámetros físicos, químicos y microbiológicos no superan los límites permisibles establecidos en la norma ambiental acerca de los Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario para la calidad de agua y ambiente del Libro VI, Anexo I, TULSMA.

Palabras clave: *Micro invertebrados, BMWP, E.P.T, Índice de Shannon, Humedal.*

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "EVALUATION OF MACRO AND MICRO INVERTEBRATES AS BIOLOGICAL INDICATORS OF WATER QUALITY OF WETLAND AMIDAS OF THE NATIONAL PARK LLANGANATES IN THE PROVINCE OF COTOPAXI."

Authors:

Porras Bonilla Kevin Israel

Saltos Loja Jonathan David

ABSTRACT

For the development of the present investigation the main objective was: To evaluate the quality of water through macro and micro invertebrates in the wetland amides of the canton Salcedo of the province of Cotopaxi. We used the methodologies based on BMWP "Biological Monitoring Working Party", which allows to evaluate the quality index Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (E.P.T), and for the Biodiversity Index we used parameters established by Shannon Weaver. A physical, chemical and microbiological analysis was then performed to validate the biological information obtained. The INEN 2 169: 98 Ecuadorian Technical Standard was used for the collection of bioindicators. A total of 1,057 aquatic invertebrate individuals were identified, grouped in 10 families, belonging to (Hyalellidae, Notonectidae, Sphaeriidae, Planariidae) being the most representative, as far as the E.P.T index was not applied since no species of these families were found. In the study of the micro invertebrates were found 6 families of diatoms, the lowest tolerance to the contamination of the species *Frustulia vulgaris*, followed by the diversity index of Shannon obtaining a score of 5.32. The BMWP index revealed that the Amides wetland shows type III contamination (moderately contaminated water), the physical, chemical and microbiological parameters do not exceed the permissible limits established in the environmental norm on the admissible Quality Criteria for the preservation of flora and fauna in fresh, cold or warm waters, marine and estuarine waters for the quality of water and environment of Book VI, Annex I, TULSMA.

Key words: *Micro invertebrates, BMWP, E.P.T, Shannon Index, Wetland.*

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACION DE AUTORIA	i
CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION	v
APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACION GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. PROBLEMA DE INVESTIGACION:.....	3
5. OBJETIVOS:	3
a. General	3
b. Específicos	3
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS.....	4
7. FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA.....	5
7.1. El agua.	5
7.2. Calidad biológica del agua.....	6
7.3. Bioindicadores.....	7
7.4. Macro y Micro-invertebrados.....	9
7.5. Los macro invertebrados como bioindicadores.....	10
7.6. Clasificación de los macro invertebrados.....	12
7.7. Principales grupos de macro invertebrados acuáticos:	12
7.8. BMWP/COL (Biological Monitoring Working Party/Colombia) y E.P.T.....	12
7.9 PARAMETROS A ANALIZAR:.....	14
7.10 FASE DE LABORATORIO:	15
8. HIPOTESIS:	15
9. DISEÑO METODOLOGICO:	15
9.1 TIPO DE INVESTIGACION.....	17

9.1.1	Investigación descriptiva:	17
9.1.2	Investigación Explicativa:.....	17
9.1.3	Investigación Bibliográfica:.....	17
9.1.4	Investigación de Campo:.....	17
9.2	METODOS:.....	17
9.2.1	Método Inductivo:	17
9.2.2	Método Deductivo:.....	18
9.2.3	Método de inducción científica:	18
9.2.4	Método de la Medición:	18
9.3	TECNICAS DE INVESTIGACION:	18
9.3.1	Observación:	18
9.3.2	Observación directa:.....	18
9.3.3	Fichaje:.....	18
9.4	METODOLOGIA DE INVESTIGACION	19
9.4.1	Ubicación del Área de Estudio	19
9.4.2	Fase de campo	20
9.4.3	Recolección de las muestras para el análisis de los macro invertebrados.	20
9.4.4	Recolección para los análisis físico – químicos y microbiológico y de los micro invertebrados.....	21
9.4.5	Llenado del recipiente.....	21
9.4.6	Identificación de las muestras.....	22
9.4.7	Técnica de conservación.....	22
9.4.8	Transporte de las muestras.....	22
9.4.9	Recepción de las muestras al laboratorio.....	22
9.4.10	Resultado del análisis físico – químico y microbiológico.	22
10	ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS:	24
10.1	ANALISIS MES DE ABRIL.....	24
10.2	ANALISIS DEL MES DE MAYO.....	25
10.3	ANALISIS MES DE JUNIO.....	27
10.4	ANALISIS MES DE JULIO.....	28
10.4.1	ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SHANNON –WEAVER.....	29

10.4.2	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE MICRO INVERTEBRADOS.....	31
11	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):	34
12	PRESUPUESTO:.....	34
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
13.1	Conclusiones.	35
13.2	Recomendaciones.....	36
14	BIBLIOGRAFIA	37
15	ANEXOS.....	40

INDICE DE TABLAS

TABLA 1:	BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL PROYECTO.....	2
TABLA 2:	MATRIZ DE ACTIVIDADES POR OBJETIVOS	4
TABLA 3.	VALORES ASIGNADOS POR MEDIO DEL MÉTODO BMWP.	13
TABLA 4.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL HUMEDAL AMIDAS	20
TABLA 5.	COMPARACIÓN DE RESULTADOS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.	23
TABLA 6.	NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE ABRIL.....	24
TABLA 7.	NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE MAYO.	25
TABLA 8.	NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE JUNIO.	27
TABLA 8.	NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE JULIO.	28
TABLA 9:	ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER.	29
TABLA 10.	RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (BACILLARICAE).....	31
TABLA 11.	RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (PINNULARIACEAE).	32
TABLA 12.	RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (AMPHIPLURARACEAE).	32
TABLA 13.	RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (DIATOMACEAE).....	32

TABLA 14. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (MELOSIRACEAE).....	33
TABLA 15. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (PINNULARIACEAE).....	33
TABLA 16. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (FRAGILARIACEAE).....	33

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: ÁREA DE ESTUDIO HUMEDAL AMIDAS.....	57
ILUSTRACIÓN 2: RECOLECCIÓN DE DATOS IN SITU.....	57
ILUSTRACIÓN 3: RECOLECCIÓN DE MACRO INVERTEBRADOS EN EL HUMEDAL AMIDAS.....	58
ILUSTRACIÓN 4: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE MACRO INVERTEBRADOS EN LABORATORIO.	58

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. AVAL INGLES.....	40
ANEXO B. CURRICULUM VITAE DEL TUTOR.	41
ANEXO C. DATOS DEL ANALISIS EPT Y BMWP.	45
ANEXO D. INDICE DE SHANNON – WEAVER.....	49
ANEXO E. DESCRIPCIÓN BIONDICADORES.	53
ANEXO F. TOLERANCIA DEL INDICE BMWP.	55
ANEXOS G. ANALISIS FÍSICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO.....	56
ANEXO H. REGISTRO FOTOGRAFICO.....	57

1. INFORMACION GENERAL

Título del Proyecto: Evaluación de Macro y Micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua del Humedal Amidas del Parque Nacional Llanganates en la Provincia de Cotopaxi.

Fecha de inicio: Octubre 2016

Fecha de finalización: Agosto 2017

Lugar de ejecución: Humedal Amidas, se encuentra ubicado en el kilómetro 48 de la nueva vía Salcedo – Tena dentro del Parque Nacional Llanganates perteneciente a la Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniería De Medio Ambiente

Proyecto de Investigación Vinculado:

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Mg. Cristian Lozano.

Autores:

- Kevin Porras
- Jonathan Saltos

Lectores:

- M.Sc. Patricio Clavijo
- Ing. Mg. Renán Lara
- Ing. Mg. José Andrade

Área de Conocimiento: Ciencias y Servicios.

Línea de investigación: Ambiente.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad.

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El agua es fundamental para todas las formas de vida en el planeta, lo que la convierte en uno de los recursos esenciales de la naturaleza. El agua es un bien indispensable para el desarrollo de toda civilización.

Es importante evidenciar las metodologías seleccionadas BMWP y E.P.T, mismas que nos permitirán determinar en qué condiciones de calidad se encuentra el humedal. La investigación se basa en obtener conocimientos sobre la determinación de la calidad de agua mediante los macro y micro invertebrados, es por tal razón que se ha enfocado en el Humedal Amidas el presente proyecto.

Por los motivos anteriormente dichos la razón es promover el cuidado del agua; mostrando la variedad de estrategias que se pueden aplicar, determinando un impacto social positivo para el manejo y conservación del recurso hídrico, lo que contribuirá a la toma de decisiones por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provincial y Municipal quienes darán el adecuado uso y manejo del recurso vital en beneficio de las comunidades cercanas.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos:

- GAD Municipal del Cantón Salcedo
- GAD Provincial de Cotopaxi

Los beneficiarios indirectos son las comunidades de:

TABLA 1. BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL PROYECTO

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO			
INDIRECTOS		DIRECTOS	
GAD Municipal del Cantón Salcedo	GAD Provincial de Cotopaxi	Cumbijín	Leivisa
		2.839 habitantes	1.161 habitantes

Elaborado por: Autores

Fuente: INEC

4. PROBLEMA DE INVESTIGACION:

La zonas lacustres de nuestro país se encuentran amenazadas por diversos factores antrópicos que están causando impactos negativos por el desconocimiento de los efectos que causan las actividades que se realizan en estos ecosistemas, en el caso de la provincia de Cotopaxi el Avance de la frontera agrícola y la introducción de especies como el ganado vacuno, caballar, está destruyendo la zona alta de los páramos de los Llanganates esta problemática disminuye la calidad del recurso hídrico en sus diversos usos ya sean agrícolas u otros, existe poca información en nuestro país en cuanto a determinación de calidad de agua de los sistemas lacustres por bioindicadores con ello se estipularon los niveles de contaminación en el sitio de estudio.

El tema de estudio se desarrolló en el Humedal Amidas, en el área del Parque Nacional Llanganates, la investigación tiene por objetivo determinar la calidad del agua mediante macro y micro invertebrados, lo que permitirá aportar de una forma factible para entender y conocer de mejor manera el adecuado manejo del recurso hídrico, las diferentes técnicas que se pueden utilizar para medir el índice de la calidad del agua.

5. OBJETIVOS:

a. General

- Evaluar la calidad de agua mediante macro y micro invertebrados en el humedal Amidas del Cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi.

b. Específicos

- Diagnosticar la situación actual del humedal Amidas del Cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi.
- Determinar taxonómicamente los macro y micro invertebrados en el humedal Amidas
- Establecer la calidad de agua mediante índices BMWP, E.P.T y Shannon – Weaver para la diversidad de especies en el humedal Amidas.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS.

TABLA 2. MATRIZ DE ACTIVIDADES POR OBJETIVOS

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	DESCRIPCION
Diagnosticar la situación actual del humedal Amidas del Cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi.	-Georreferenciación del área de estudio. -Determinación de aspectos ambientales del humedal Amidas.	Puntos de referenciación geográfica. Mapa de la zona Georreferenciación de los puntos de muestreo	Diagnóstico del sitio de estudio del humedal Amidas del Cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi se Georreferenció y utilizó GPS, ARCGIS como herramientas básicas con lo que logramos obtener coordenadas de longitud, latitud y elevación, La cual nos brindó aspectos ambientales como la flora, la fauna y demás características del sector en donde se desarrolló la investigación.
Determinar taxonómicamente los macro y micro invertebrados.	-Recolección de individuos en campo. -Identificación de individuos en el laboratorio	Identificación por medio de tablas taxonómicas Cantidad y especies de macro y micro invertebrados	Determinación de la taxonomía de los macro y micro invertebrados se efectuó la recolección de individuos identificando el género y especie en proporción de la población; tomamos muestras en el campo realizando observaciones directas y prácticas de muestreo en el laboratorio.
Establecer la calidad de agua mediante índices BMWP, E.P.T y Shannon – Weaver para la diversidad de especies en el humedal Amidas.	-Cálculo de los índices BMWP, E.P.T y Shannon – Weaver. -Muestreo y análisis del agua	Índices de evaluación de calidad de agua. Determinación de la calidad del agua.	Determinación la calidad del agua mediante la cuantificación de las especies, para posteriormente desarrollar un cálculo de los índices BMWP, E.P.T y SHANNON, a la vez se realizamos la toma de muestras para análisis físico, químico y microbiológico, donde obtuvimos resultados exactos que garanticen la calidad del humedal.

Elaborado por: Autores

7. FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA.

7.1. El agua.

El agua es el elemento más abundante del planeta, y es vital para todos los seres vivos que habitan en él. Los océanos, mares, lagos, ríos y demás lugares que contienen agua, cubren las dos terceras partes de la Tierra, lo que significa alrededor del 70%. Sin embargo, de toda el agua existente en la naturaleza, la mayor parte es salada y tan sólo un pequeño porcentaje (1%) es de agua dulce. Esta realidad junto con los datos presentados es una realidad de conocimiento básico que se enseña y por lo tanto aprende desde los años de educación básica, sin embargo se los hace referencia ya que al ser un contenido tan básico y conocido, ¿por qué razón los seres humanos no lo hemos asumido con responsabilidad a lo largo de los años?, es decir que se nos ha explica, con el pasar de los años por experiencia de vida y académica se ha logrado profundizar mucho más en el tema pero no ha cambiado para nada los actos de contaminación, desperdicio y falta de control en el cuidado y uso del líquido vital que como señala el autor citado resulta vital para los seres vivos, de ahí que es necesario buscar y aplicar las metodologías necesarias para determinar los posibles niveles de contaminación en distintas fuentes y reservas de agua que nutren a las ciudades para protegerlas y mejorar la calidad de vida de quienes la consumen.(Castillo y Fierro, 2001).

El agua libre de impurezas y con un saneamiento adecuado, son dos factores indispensables para asegurar la salud y la protección de los seres humanos contra muy diversas enfermedades. Una vez que se desarrolla y se implementan acciones de carácter productivo, con el uso de maquinarias que generan residuos, así como el uso de productos químicos en la agricultura por ejemplo, por parte del ser humano sobre todo, también se producen acciones de contaminación de fuentes de agua, elemento con el que se cuenta para el regadío y producción de productos agrícolas y ganaderos que posteriormente son nuevamente consumidos por los seres humano, poniendo en riesgo la salud y vida de quienes las consumen, por lo tanto es necesario trabajar en base a datos de contaminación y sobre todo en procesos de purificación o descontaminación, así como en procesos de saneamiento que protejan las fuentes de nuevos focos contaminantes. (ONU, 2015).

7.2. Calidad biológica del agua.

El creciente deterioro de los ecosistemas acuáticos ha venido demandando el desarrollo de sistemas y metodologías, que permitan conocer su grado de alteración debido a causas naturales y/o antropogénicas. La contaminación a gran escala y en todo nivel o estrato determina que los ecosistemas acuáticos sean muy vulnerables y propensos a ser contaminados por lo que todos los sistemas deben ser sometidos a controles y procesos de verificación de pureza o calidad con el fin de precautelar toda la biodiversidad que depende de su fuente, ya que no es concebible que se tomen medidas cuando ya los ecosistemas hayan sido afectados de tal manera que sea un proceso irreversible el trabajo debe ser preventivo y constante para mantener un control efectivo de cualquier tipo de alteración que pueda presentar por diferentes causas. (Pérez, 2007).

No obstante, algunos autores definen la calidad del agua como su aptitud para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, es decir, como medio de sustento para el ser humano y los animales, para el riego de la tierra y la recreación entre otras cosas. Indudablemente que a nivel rural el agua y sus fuentes naturales han tenido tradicionalmente usos determinados y muy definidos, inclusive pasando por elementos culturales o religiosos como fuentes de purificación o espacios adecuados para ceremonias de distinta índole, por lo tanto hay que tomar muy en cuenta esta información ancestral ya que puede aportar con información significativa al trabajo de diseño, ejecución y evaluación de procesos de verificación de la calidad del agua en distintos sectores y realidades dependiendo de los sectores y sus particularidades en donde se encuentren ubicados. (Correa, 2000).

Es una metodología poco costosa debido a la baja relación costo/beneficio en su aplicación; reflejan de manera confiable las respuestas biológicas de la biota a la intervención humana y son sensibles a los análisis estadísticos univariados. El uso de bio indicadores para verificar la calidad biológica del agua es un proceso que reduce significativamente los costos de aplicación en relación a otros procesos que requieren distintos elementos o equipos que requieren grandes presupuestos económicos, en otras palabras se determina que los beneficios son muy elevados en relación a los costos de aplicación, por otro lado sus resultados son muy efectivos y confiables lo que hace que su aplicación sea muy atractiva por la calidad de resultados así como del bajo presupuesto que requiere. (Domínguez, 2009).

La calidad del ambiente acuático es definida como la composición y bienestar de la biota en un cuerpo de agua. Al mismo tiempo, ésta engloba las concentraciones, expectativas y divisiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas. La vida en un ambiente acuático es el conjunto de una serie de elementos y circunstancias que deben estar perfectamente coordinadas y articuladas como un solo cuerpo ya que la alteración o desequilibrio de uno de ellos ocasionaría un desbalance que puede destruir el ecosistema en mención, de ahí la importancia de generar procesos de verificación de calidad del agua de este tipo de medios utilizando procesos poco invasivos y que no alteren su interrelación, esta realidad optimiza el uso de bioindicadores y garantiza que no se intervendrá o alterará de ninguna manera el ecosistema analizado. (Chapman, 1996).

7.3. Bioindicadores.

El concepto de bioindicador aplicado a la evaluación de calidad de agua, es definido como: especie que posee requerimientos particulares con relación a uno o un conjunto de variables físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indique que las variables físicas químicas consideradas, se encuentran cerca de sus límites de tolerancia. El uso de Bioindicadores para verificar el estado de contaminación o calidad del agua es un procedimiento muy efectivo que toma en cuenta la aplicación de especies que responden de diferente manera ante la presencia de determinados elementos contaminantes, por lo que constituyen una importante herramienta para los técnicos y encargados del control de la calidad del agua con el fin de aplicar procedimientos que respondan a los datos obtenidos de manera específica con el desarrollo de procesos como los señalados y por lo tanto evitando que la población pueda ingerir un líquido vital no apto para el consumo o que pueda ser el transmisor de una serie de elementos perjudiciales para la salud y la vida no solamente de los seres humanos sino en general para los seres vivos que tienen contacto con ella. (Rosemberg y Resh, 1993).

El uso de bioindicador como herramienta para conocer la calidad del agua simplifica en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación sólo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua. (Vázquez et al, 2006).

Algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos del agua ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad. El trabajo de verificación de la calidad del agua si bien puede ser desarrollado en base a productos y procedimientos químicos pueden acarrear efectos contaminantes, por lo que es importante contar con una alternativa mucho más amigable con el ambiente y en este caso con el agua ya que la utilización de bioindicadores tiene un efecto mucho menos contaminante y otorga información mucho más precisa de la calidad del agua así como de los cambios que en un lapso de tiempo determinado puede ser objeto, con la información disponible también se generan procesos de control que ofrecen a la comunidad la oportunidad de mantener siempre altos nivel de pureza y descontaminación en el agua que consumen. (Laws, 2001).

La denominación de una especie como indicadora, requiere del conocimiento previo, respecto a su composición comunitaria bajo condiciones normales incluyendo el ciclo de vida de las especies, su estacionalidad y sus variaciones naturales, de manera que sea posible comparar las condiciones antes y después de una perturbación ambiental. (Raz y Guzmán, 2000).

El uso de bioindicadores tiene como requisito fundamental y primordial que los técnicos que ejecuten dicho proceso tengan un conocimiento previo y muy profundo acerca de las especies de bioindicadores que pueden ser utilizados, esta información determinará la calidad de información que se pueda extraer de la aplicación de esta alternativa, debido a que los bioindicadores tienen diferentes ciclos de vida estacionalidad y variaciones naturales que generan una línea de base informativa la misma que será el punto de partida para que a lo largo del proceso se puedan ir verificando y comparando los cambios generados desde el inicio de su utilización y durante todo el proceso de forma sistemática, detallada y efectiva. El empleo de bioindicadores presenta limitaciones como: el ajuste de índices bióticos para distintas regiones, el muestreo implica mayor tiempo, la información de cada bioindicador es cualitativa y para la identificación taxonómica se requiere experiencia para obtener una evaluación integral será necesario realizar conjuntamente análisis físico químicos o pruebas de toxicidad. (Saldaña, 2001).

Si bien es cierto el uso de bioindicadores ha sido una alternativa muy valiosa y efectiva para determinar la calidad del agua, también es cierto que su aplicación lamentablemente presenta ciertas limitaciones tanto endógenas como exógenas, debido por ejemplo a las distintas zonas climáticas donde sean utilizados, esto determinará una variación en su comportamiento y por

lo tanto no se puede estandarizar las características ni sus reacciones en distintas realidades, de igual manera es necesario generar una estrategia de interpretación de resultados en vista de que se determina datos cualitativos, los mismos que pueden ser tabulados numéricamente gracias al apoyo de exámenes físicos y químicos que determinarán los niveles cuantitativos de toxicidad o contaminación. (Laws, 2001).

7.4. Macro y Micro-invertebrados.

Los macro invertebrados acuáticos son bichos 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. Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. (Carrera y Fierro, 2001).

A diferencia de los macro invertebrados que se utilizan para verificar la calidad del agua, y pueden ser observados a simple vista ya que sus dimensiones promedio así lo determinan, entre sus características fundamentales y esenciales consta el hecho de que por ser invertebrados carecen de un sistema óseo, y prefieren el agua dulce, la versatilidad que ofrecen los macro invertebrados para el análisis de la calidad del agua es tan diversa que se pueden utilizar algunas especies que viven única y exclusivamente en aguas completamente puras y descontaminadas, mientras otras que muy por el contrario encuentran su medio de supervivencia en aguas contaminadas, y a mayor nivel, mayor reproducción y supervivencia de estas especies lo que determina con absoluta claridad la calidad ya sea de pureza o de contaminación de la calidad del agua objeto de estudio. Los micro invertebrados son generalmente abundantes relativamente fáciles de recolectar, son universales, sedentarios extremadamente sensibles a perturbaciones presentan ciclos de vida relativamente largos muestran una respuesta inmediata ante un impacto su identificación taxonómica es bien reconocida y no requieren de personal especializado para el muestreo. (Toro, 2003).

Todas las características y particularidades de estos organismos ofrecen al investigador una serie de elementos y parámetros para determinar la calidad del agua, ya que su sensibilidad hace que respondan ante el más mínimo efecto o perturbación en su hábitat de vida siendo una alerta muy importante y observable que orientará al técnico a identificar y actuar con el fin de

tomar medidas inmediatas y oportunas para prevenir impactos mayores y contrarrestar las causas de la contaminación y poder devolver el equilibrio al ecosistema pero fundamentalmente a la calidad del agua para que continúe con los usos ofrecidos de forma segura y constante. Una de las ventajas que presentan los insectos para ser usados como indicadores de la calidad del agua es que se encuentran en casi todos los hábitats por lo que son afectados en distintos estratos del sistema, presentan un intervalo amplio de respuesta a la contaminación, permiten establecer consideraciones de salud en un sistema acuático. (Sandoval y Molina, 2000).

Las ventajas del uso de organismos en el control y verificación de la calidad del agua constituye una amplia gama de posibilidades ya que son indicadores muy veraces ya que existen especies adaptadas en todos los ecosistemas acuáticos, es decir en el Ecuador pueden ser utilizados o aplicados en las cuatro regiones naturales, ya que se han desarrollado en todos los pisos climáticos lo que les otorga una versatilidad para que puedan ser tomados en cuenta en los procesos de verificación de la calidad del agua en este caso del Humedal Amidas de la provincia de Cotopaxi.

7.5. Los macro invertebrados como bioindicadores

De todos los organismos que se encuentran dentro de un sistema acuático, los macro invertebrados bentónicos, ofrecen ventajas para ser usados como indicadores de contaminación. (Figueroa, 2003).

Los macro invertebrados bentónicos constituyen un grupo importante de organismos que determinan niveles de contaminación ya que sus características otorgan una serie de ventajas operativas que garantizan la confiabilidad de la información obtenida en base a indicadores claros y precisos de los cambios en su estructura, reproducción y otros indicios que bien se pueden tomar en cuenta para determinar con claridad los índices de contaminación de las fuentes de agua. Los macro invertebrados son los organismos más ampliamente usados como bioindicadores en la actualidad por diversas circunstancias entre las que se destacan, (Resh, 2008).

- Tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes).
- Una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales.

- Ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación.
- En otros casos, la posibilidad de utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación.
- En algunas especies, tener ciclos de vida largo porque integra los efectos de la contaminación en el tiempo.
- Poder ser muestreados de forma sencilla y barata.
- Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género.
- La sensibilidad bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación.
- El uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación. (Figueroa, 2003).

Entre las características favorables para el uso de organismos macro invertebrados consta por ejemplo su adaptabilidad a distintas realidades de sistemas acuáticos, de clima, sedimentación, temperatura, humedad entre otros, de igual manera sus características sedentarias hacen que se pueda identificar cualquier alteración en sus características poniendo en alerta a los encargados de registrar la información, por otro lado el proceso de monitoreo y control el muy económico y con una adecuada planificación y correctos estándares o indicadores puede ser relativamente sencillo. Este es un grupo que se utiliza ampliamente como indicador de la calidad del agua, ya que dichos organismos ocupan un hábitat cuyas exigencias ambientales están adaptados y cualquier cambio en las condiciones del ambiente, se refleja por lo tanto en las estructuras de las comunidades que allí habitan (Roldán, 2002).

Todas las características señaladas hacen de este grupo de organismos una alternativa válida y confiable de identificación de la calidad del agua ya que reaccionan ante cualquier cambio en su hábitat, en tal virtud forman parte de un importante proceso de prevención del consumo de agua contaminada. El grupo más grande de los acuáticos en aguas continentales son los insectos macro invertebrados, los cuales son valiosos indicadores considerados los más diversos en contraste con los peces e insectos terrestres. (Thorne y Williams, 2007).

Los macro invertebrados existen en abundancia en distintos ecosistemas de agua, por lo que su variedad y adaptabilidad hacen que sea relativamente fácil su aplicación en la generación de procesos de cuidado y control de la calidad del agua ya sea para el consumo humano, como fuente de riego o como parte fundamental para la supervivencia y desarrollo de diversas

especies tanto animal como vegetal que cumplen roles específicos e importantes en el equilibrio del ecosistema y la cadena alimenticia. Las perturbaciones producidas por las acciones del ser humano en la calidad del agua de un río pueden provocar cambios en toda la comunidad, llegando al punto de reducir la comunidad a unas pocas especies tolerantes (Prat et al., 2009).

7.6. Clasificación de los macro invertebrados.

Existe una gran variedad de macro invertebrados que pueden actuar como Bioindicadores de la calidad del agua, algunos pueden ser considerados semi acuáticos ya que si bien inician su desarrollo en el agua, posteriormente salen a la superficie para completar su metamorfosis y continuar con su etapa adulta en el medio aéreo o terrestre, sin embargo si se compara el tiempo de vida de cada uno de ellos se determina que es en el agua en donde desarrollan la mayor parte de su tiempo de vida. (Thorne y Williams, 2007).

7.7. Principales grupos de macro invertebrados acuáticos:

Los índices bióticos para macro invertebrados son basados en el método BMWP este índice también combina el número de taxa totales con un valor de tolerancia como intolerancia según sea el nivel taxonómico aplicado los índices de diversidad pueden dar valores muy variables, de todas formas tanto como la diversidad de SHANNON-WEAVER como la equidad que suelen incluirse en índices multimétricos, donde lo macro invertebrados se clasifican en familia. (Riss, 2005).

7.8. BMWP/COL (Biological Monitoring Working Party/Colombia) y E.P.T.

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) se instituyó en Inglaterra el año 1970, como un método simple que asigna un puntaje a todos los grupos de macro invertebrados identificados al nivel de familia, teniendo como requisito datos cualitativos de presencia o ausencia.

El puntaje asignado va de 1 a 10 de acuerdo a la tolerancia a la contaminación. Las familias más sensibles tienen una puntuación de 10 y las menos sensibles de 1. (Alba- Tercedor & Sánchez Ortega 1988).

La ventaja de este índice se basa en la fiabilidad de los resultados, la rapidez y sencillez de su utilización, con ahorro de costos y tiempo. Existen multitud de adaptaciones mundiales de este índice creado en primer lugar por Hellawell (1978) para los ríos de Gran Bretaña. Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega (1988) crearon la adaptación para la Península Ibérica que se denota por BMWP'. Una de las últimas adaptaciones para la Península Ibérica es la Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP), de Alba-Tercedor et al. (2002), creada tras acuerdo obtenido en el III Congreso Ibérico de Limnología debido a actualizaciones taxonómicas y modificación de alguna de las puntuaciones de las familias de macro invertebrados.

TABLA 3. VALORES ASIGNADOS POR MEDIO DEL MÉTODO BMWP.

CLASES DE CALIDAD DE AGUA VALORES BMWP Y COLORES PARA REPRESENTAR EL INDICE.				
Clase	Calidad	BMWP	Significado	Color
I	Buena	>150 101 a 120	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o poco contaminadas.	AZUL
II	Aceptable	61 a 100	Se evidencia efectos de la contaminación.	VERDE
III	Dudosa	36 a 60	Aguas moderadamente contaminadas	AMARRILLO
IV	Crítica	16 a 35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas. Situación crítica.	ROJO

Fuente: Alba – Tercedor 2003.

TABLA 4. VALORES ASIGNADOS POR MEDIO DEL MÉTODO E.P.T.

CLASIFICACION	ABUNDANCIA (Número de Individuos)	ETP PRESENTES
Anisoptera		
Bivalvia		
Baetidae	27	27
Elepharoceridae	10	
Calopterygidae	1	
Ceratopogonidae	1	
Chironomidae	13	
Corydalidae	3	
Elmidae	10	
Gerridae		
Glossosomatidae		
Helicopsychidae		
Hydropsychidae	4	4
Hydroptilidae	2	2
Leptoceridae		
Leptohyphidae	127	127
Leptophlebiidae	2	2
Libellulidae	5	
Limnococharidae	2	
Lutrochidae	1	
Naucoridae	7	
Perlidae	42	42
Philopotamidae	2	2
Polycentropodidae	1	1
Polythoridae		
Psophenidae	4	
Psychodidae	1	
Ptilodactylidae	2	
Pyralidae	2	
Simuliidae	3	
Tipulidae	1	
Glossiphoniidae	1	
TOTAL	229	162
EPT ÷ ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA TOTAL	162 ÷ 229 = 0,70 0,70 x 100 = 70%

CALIDAD DEL AGUA

75-100%	Muy buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

Fuente: Roldan (2003).

7.9 PARAMETROS A ANALIZAR:

a) FISICOS:

- **pH.** -Según Prieto (2004), el pH no mide el valor de la acidez o alcalinidad, sino que la determinación del pH en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o su alcalinidad. Un pH menor de 7 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un pH mayor de 7 muestra una tendencia hacia la alcalinidad. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos.
- **Temperatura.** -La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir (organismos estenotérmicos y euriotérmicos). Este indicador influye 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).

b) QUIMICOS:

- **Sales disueltas.** -Es una medida de la concentración total de sales inorgánicas en el agua e indica salinidad. Para muchos fines, la concentración de STD constituye una limitación importante en el uso del agua. (Lenninger, 1998).
- **Sólidos en suspensión:** Los sólidos en suspensión, es la medida de los sólidos sedimentables y de los no sedimentables, que pueden ser retenidos en un filtro. Pueden causar depósitos en conducciones, calderas, equipos y las bacterias tienen un soporte donde puedan quedar adheridas y hacer su función en las aguas residuales. (Lenntech, 2007).

7.10 FASE DE LABORATORIO:

En el laboratorio, las muestras serán separadas, los macro invertebrados se llevarán al sustrato, con la ayuda de una pinza tipo relojero y posteriormente se efectuarán la colocación dentro del estero microscopio para su identificación; se procurará tomar a los insectos de su abdomen, debido a que así, estos sufren menos daño en su cuerpo y especialmente en alas y cabeza, se podrá realizar su identificación en el laboratorio con menos dificultad.

Los macro invertebrados colectados se guardaron en tubos de ensayo con alcohol al 70%. La identificación de los ejemplares se la realizará a través de guías técnicas, usadas para la entomofauna acuática. (Domínguez y Fernández, 2009).

8. HIPOTESIS:

¿La identificación y presencia de macro y micro invertebrados mediante la aplicación de índices biológicos en comparación con los análisis físico- químico y microbiológicos permite evaluar la calidad de agua en el humedal Amidas?

9. DISEÑO METODOLOGICO:

Para efectuar el diagnóstico del sitio de estudio del humedal Amidas del Cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi se Georreferenció el área para lo cual se utilizó GPS, Pixelis Maps, y ArcGIS 1.8 como herramientas para lograr coordenadas de longitud, latitud y elevación que

establezcan aspectos ambientales como la flora, la fauna y demás características del sector en donde se desarrolla la investigación.

Para determinar taxonómicamente los micro invertebrados y macro invertebrados se efectuó la recolección de individuos identificando el género y especie en relación a la población; se procedió a la toma de muestras en el campo realizando observaciones directas y prácticas de muestreo en el laboratorio.

Para determinar la calidad del agua se tomó como punto de partida los resultados de la investigación de campo, para posteriormente desarrollar el cálculo de los índices BMWP, E.P.T y SHANNON - WEAVER, mediante un muestreo y análisis físico, químico y microbiológico en el laboratorio, donde se obtuvieron resultados que garantizan la calidad del humedal.

PROTOCOLO DE RECOLECCION:

- Georreferenciado el sitio de estudio con las herramientas adecuadas, para la toma de coordenadas de los puntos de muestreo utilizando el sistema de geo posicionamiento (GPS).
- Ubicadas la coordenadas se insertaron en el software ArcGis 1.8, donde se determinó el mapa con los puntos de muestreo específicos
- Utilizando el equipo de protección personal se procedió a la toma de muestras, según las normativas establecidas.
- Procediendo hacer el triple lavado de los envases con el agua del humedal previamente esterilizado, donde se depositaron las especies recolectadas en el sitio de estudio.
- Removiendo los sedimentos del área de control y con la red surber se recolectó las especies del humedal; con una pinza entomológica se capturo y coloco en cada uno de los frascos las especies de macro invertebrados encontrados.
- Siguiendo con el etiquetado de cada frasco donde se ubica el código, hora, fecha, esto se debe realizar con un marcador indeleble para que los datos registrados no se borren.
- Colocando las muestras bien selladas en el cooler para evitar afecciones de agentes externos.

- En el transporte de los frascos de muestras deben estar en un lugar seco y fresco libre de la luz solar, en el traslado, estén apartados de cualquier daño o modificación de los mismos.
- La identificación y cuantificación de las especies recolectadas de cada punto fueron realizadas en el laboratorio de microbiología de la universidad técnica de Cotopaxi.

9.1 TIPO DE INVESTIGACION

9.1.1 Investigación descriptiva:

Identificando correctamente las muestras recolectadas en campo, clasificándolas según su taxonomía tomando en cuenta sus características más relevantes de cada una de las especies.

9.1.2 Investigación Explicativa:

Comprobando los indicadores biológicos, donde se conoció la calidad de agua de acuerdo a la relación de población de cada una de las especies.

9.1.3 Investigación Bibliográfica:

Se obtuvo la información necesaria para conocer las características morfológicas de las especies y así determinando las familias, géneros y especies y analizar los resultados con investigaciones ya ejecutadas.

9.1.4 Investigación de Campo:

Por medio de las visitas in situ se determinó los puntos de muestreo y la toma de muestras en los cinco puntos posteriormente ubicados, y se levantó los datos reales que posee el humedal Amidas con las características bióticas y abióticas de este ecosistema.

9.2 METODOS:

9.2.1 Método Inductivo:

Mediante tablas de registro se estableció la observación extrayendo las conclusiones de carácter universal desde la acumulación de datos particulares tomados en el muestreo.

9.2.2 Método Deductivo:

Con la aplicación de la metodología dio paso a la toma de datos obtenidos de los resultados de los análisis adquiridos de las muestras tomadas en el trabajo de campo, para llegar a una deducción a partir de un razonamiento de forma lógica o suposiciones.

9.2.3 Método de inducción científica:

Estudiando el sistema lacustre del Humedal Amidas del Parque Nacional Llanganates. El método se apoya en sistematizaciones empíricas como la observación de la biodiversidad en los alrededores del área de estudio.

9.2.4 Método de la Medición:

La observación fija la presencia de una determinada propiedad y cualidad de cada especie observada, atribuyendo valores numéricos y relaciones para evaluarlas y representarlas adecuadamente, en los resultados de la investigación.

9.3 TECNICAS DE INVESTIGACION:

9.3.1 Observación:

La identificación para toma información y la obtención del mayor número de datos necesarios para la investigación.

9.3.2 Observación directa:

Técnica utilizada para captar los aspectos más significativos de los hechos del lugar y proporcionó una información empírica en contacto directo con las especies recolectadas en el humedal Amidas

9.3.3 Fichaje:

Consistió en registrar los datos que se obtuvo con los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información requerida de la investigación.

9.4 METODOLOGIA DE INVESTIGACION

9.4.1 Ubicación del Área de Estudio

El Humedal Amidas se ubica en el alto páramo de la Cordillera Central del país, esta forma parte del Parque Nacional Llanganates, en el sector que comprende al cantón Salcedo en el Kilómetro 48 de la nueva vía Salcedo – Tena.

Su extensión se aproxima a los 480 metros de largo por 160 metros de ancho, posee un clima frío propio del lugar con una temperatura de 6°C, dentro de su fauna se puede encontrar huellas de lobo de páramo e incluso conejos que habitan en la zona se observan también aves exclusivamente del lugar como los mirlos.

La flora dentro del humedal está conformada por vegetación arbustiva y herbácea asociada con el pajonal dentro de ellas se caracterizan especies de romerillo de páramo, chuquirahua, puliza, orejas de conejo, achicoria amarilla, achupalla y demás arbustos que dan vida a este lugar.

Imagen N.-1. Ubicación del Humedal Amidas.



Elaborado por: Autores.

9.4.2 Fase de campo

ÁREA DE ESTUDIO

Recolección macro invertebrados

La toma de muestras tuvo como finalidad cubrir el humedal para lo cual se realizó en periodos de tiempo determinados y en cinco (5) puntos georreferenciados los mismos que fueron ejecutados en cuatros meses (Abril, Mayo, Junio y Julio):

La recolección de macro invertebrados se realizó mediante el empleo del método para aguas de poca corriente o aguas lenticas para ello se utilizará la red surber, esta será colocada en el fondo del humedal y en forma de barrido permitió obtener muestras en diversidad y abundancia. Este método fue utilizado en todos los puntos de muestreo.

TABLA 5. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL HUMEDAL AMIDAS

COORDENADAS			
PUNTOS	X	Y	MSNM
1.	789655	9892225	4026
2.	789702	9892197	4024
3.	789702	9892138	4025
4.	789665	9892480	4024
5.	789634	9892213	4025

Elaborado por: Autores.

9.4.3 Recolección de las muestras para el análisis de los macro invertebrados.

Para la recolección de macro invertebrados se utilizó la Red surber la cual consiste en atrapar los especímenes, mismos que serán identificados en el laboratorio. Induciendo la mortalidad de los especímenes de macro invertebrados inhibiendo su actividad biológica.

Para realizar esta actividad se necesitará los siguientes materiales:

- Frascos para muestras.
- Pinzas entomológicas.
- Lupa y plato pequeño o tapa blanca.
- Red surber
- Botas de hule.

En cada uno de los sitios de muestreo se realizó los siguientes pasos:

1. Se separaron las muestras del área de control de las del área afectada, para evitar confusiones durante la identificación y el análisis.
2. Se colectaron los macro invertebrados de cada uno de los frascos, sin mezclarlos, colocarlos en un recipiente plano y limpio (un plato pequeño o una tapa blanca), con un poco de alcohol al 70 %, para que los pueda distinguir de mejor manera.
3. Los frascos recolectados y etiquetados fueron colocados en un cooler, para posteriormente ser transportados al laboratorio de microbiología de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

9.4.4 Recolección para los análisis físico – químicos y microbiológico y de los micro invertebrados.

Para la toma de muestras de análisis físico – químico y microbiológico y se procedió a la toma una muestra específica en el humedal, en el caso de los micro invertebrados se efectuó la toma de muestras en los cinco puntos ya establecidos.

Este tipo de procedimiento se lo realizó en base a la norma técnica ecuatoriana INEN 2 169:98 donde especifica que:

Los recipientes de muestras para análisis físico – químicos y microbiológicos deben ser recipientes, jarras o botellas de boca ancha ya sean de plástico o vidrio.

Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

9.4.5 Llenado del recipiente.

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos-químicos y microbiológicos, llenar los frascos completamente y taponarlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en

el valor del pH, los bicarbonatos no se conviertan a la forma de carbonatos que son precipitables; el hierro tienda a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

9.4.6 Identificación de las muestras.

Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin margen de error.

9.4.7 Técnica de conservación.

Refrigerar alrededor 2 °C y 5 °C.

9.4.8 Transporte de las muestras.

Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual e impermeable.

9.4.9 Recepción de las muestras al laboratorio.

Al arribo al laboratorio, las muestras deben conservarse dependiendo, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 169:98 que eviten cualquier tipo de contaminación externa y que prevengan cambio en su contenido.

Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros.

En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número de recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.

9.4.10 Resultado del análisis físico – químico y microbiológico.

El muestreo realizado pudo determinar que los parámetros representados no exceden el límite permisible de acuerdo al TULSMA Anexo I Libro VI Tabla 2. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, en aguas marinas y de estuario; presentando valores para Coliformes fecales <1,8, Hierro 0.83, Nitritos

<0.010, Potencial hidrogeno (pH: 7.18) y se reflejó la ausencia de materia flotante cumpliendo con la normativa establecida.

TABLA 6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.

Parámetros Analizados	Metodología de referencia	Método Interno ALS	Unidad	RESULTADOS ANALISIS 288010	⁽¹⁾ Límite Máximo Permisible - TULSMA	⁽²⁾ Criterio de Resultados - COMPARACIÓN
				Humedal Amidas		
Coliformes Fecales	Standard Methods Ed.22,2012,9221 B,E y F	PA-66.00	NMP/100 ml	<1,8	1000	Cumple
Hierro	EPA 3010 A, Rev, 01, 1992 Standard Methods Ed.22,2012, 3111 B	PA-20.00	mg/l	0,83	5	Cumple
Nitritos	Standard Methods Ed.22,2012, 4500-NO ₂ ⁻ E	PA-13.00	mg/l	<0,010	0,5	Cumple
Potencial Hidrogeno	Standard Methods Ed.22,2012, 4500-H+A y 4500 -H+B	PA-05.00	U pH	7,18	6 - 9	Cumple
Materia Flotante ^(*)	Norma Mexicana NMX-AA-006-SCFI-2010, Rev. 02,2010	POS-29.00	Ausencia/ Presencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
Mohos ^(*)	Standard Methods Ed.22,2012, 9610	PA-81.00	UFC/ml	<1	No Aplica	No Aplica
Conductividad Eléctrica	Standard Methods Ed.22,2012, 2510 A y 2510 B	PA-06.00	uS/cm	<20,0	No Aplica	No Aplica
Sólidos Disueltos Totales	Standard Methods Ed.22,2012, 2510 A y 2540 C	PA-15.00	mg/l	22	No Aplica	No Aplica
Cloruros	Standard Methods Ed.22,2012, 4500-Cr B	PA-44.00	mg/l	<20,0	No Aplica	No Aplica
Nitratos	Standard Methods Ed.22,2012, 4500-NO ₃ ⁻ E	PA-48.00	mg/l	<1,00	No Aplica	No Aplica

Elaborado por: Autores

10 ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS:

10.1 ANALISIS MES DE ABRIL.

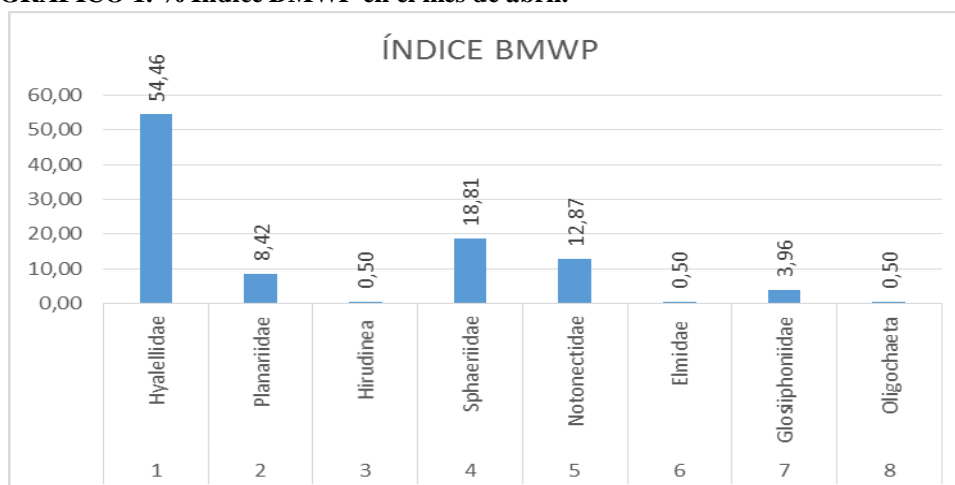
TABLA 7. NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE ABRIL.

MES DE ABRIL				
N°	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
1	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp</i>	110	7
2	<i>Planariidae</i>	<i>Polycelis felina</i>	17	7
3	<i>Hirudinea</i>	<i>Cylicobdella sp</i>	1	3
4	<i>Sphaeriidae</i>	<i>Cyanocyclas sp</i>	38	8
5	<i>Notonectidae</i>	<i>Buenoa kirkaldy</i>	26	5
6	<i>Elmidae</i>	<i>Disersus sp.</i>	1	6
7	<i>Glosiiphoniidae</i>	<i>Dacnobia sp</i>	8	5
8	<i>Oligochaeta</i>	<i>Turbidex sp</i>	1	1
TOTAL			202	42

Elaborado por: Autores

En el mes de abril para la determinación de la evaluación de macro y micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua se puede manifestar que se encontró una abundancia de la familia *Hyaellidae*., con un numero de 110 individuos, seguido de la familia *Sphaeriidae*., con 38, en tercer lugar *Notonectidae* con 26 individuos en cuarto lugar *Planariidae*, con 17 individuos en el quinto lugar *Glosiiphoniidae* con 8 individuos, mientras que en el sexto lugar se encontraron *Hirudinea*., *Elmidae* , *Oligochaeta*., respectivamente.

GRAFICO 1. % Índice BMWP en el mes de abril.



Elaborado por: Autores.

En el gráfico 1, se puede apreciar que la familia *Hyaellidae* ocupa el 54.46 % de prevalencia del mismo, mientras que las familias *Hirudinea.*, *Elmidae* , *Oligochaeta.*, ocuparon el 0.5% de prevalencia lo que permite demostrar que según la Tabla de tolerancia de las familias para el índice BMWP permite calificar con una puntuación de 7 a la familia *Hyaellidae*. Por otro lado la tabla 3 clases de calidad de agua en la que se puede apreciar los valores BMWP y sus respectivos colores demuestran que la puntuación obtenida es de 42 lo cual muestra que la calidad de agua es DUDOSA, correspondientes al color AMARILLO que pertenecen a las aguas MODERADAMENTE CONTAMINADAS.

10.2 ANALISIS DEL MES DE MAYO

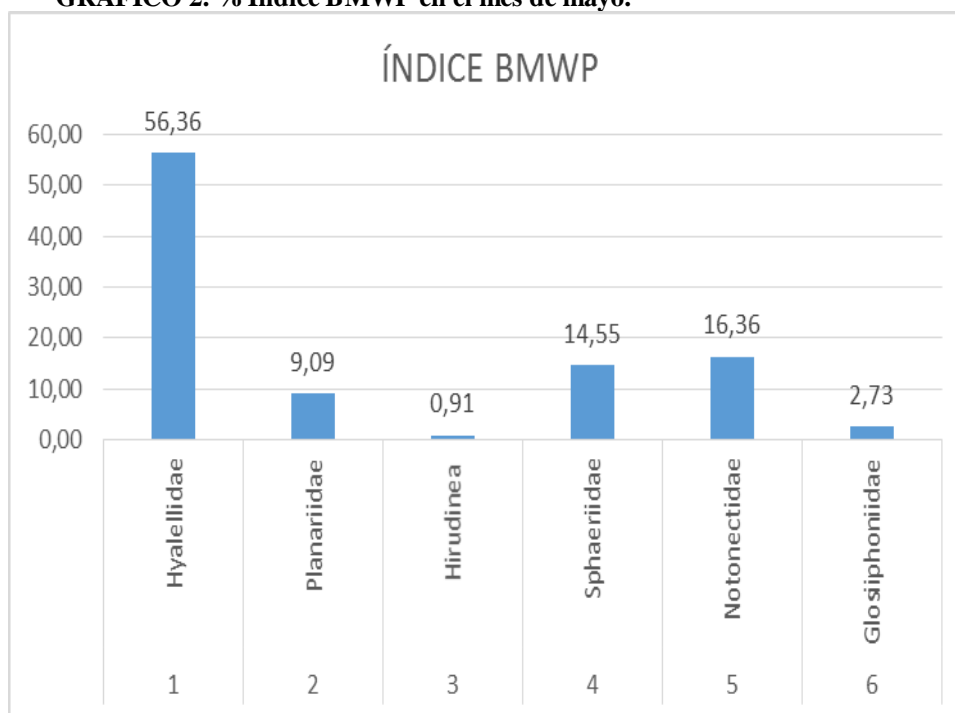
TABLA 8. NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE MAYO.

MES DE MAYO				
Nº	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
1	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp</i>	124	7
2	<i>Planariidae</i>	<i>Polycelis felina</i>	20	7
3	<i>Hirudinea</i>	<i>Cylicobdella sp</i>	2	3
4	<i>Sphaeriidae</i>	<i>Cyanocyclas sp</i>	32	8
5	<i>Notonectidae</i>	<i>Buenoa kirkaldy</i>	36	5
6	<i>Glosiiphoniidae</i>	<i>Dacnobdella sp</i>	6	5
TOTAL			220	35

Elaborado por: Autores

En el mes de mayo para la determinación de la evaluación de macro y micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua se puede manifestar que se encontró una abundancia de la familia *Hyaellidae.*, con un numero de 124 individuos, seguido de *Notonectidae* con 36 individuos ocupando el segundo lugar, el tercer lugar lo ocupó la familia *Sphaeriidae* con 32 individuos, el cuarto lugar lo obtuvo *Planariidae* con 20 individuos seguido de *Glosiiphoniidae* con 6 individuos y finalmente *Hirudinea* que presentó 2 individuos, respectivamente.

GRAFICO 2. % Índice BMWP en el mes de mayo.



Elaborado por: Autores

En el gráfico 2, se puede apreciar que la familia *Hyalellidae*., ocupa el 56.36 % de prevalencia del mismo, en relación *Notonectidae* que presentó el 16, 36%; mientras que la familia *Hirudinea* presentó el 0.91% ubicándose en el último lugar, luego de aplicar la Tabla de tolerancia de las familias para el índice BMWP permite calificar con una puntuación de 7 a la familia *Hyalellidae*. Por otro lado la tabla 3 clases de calidad de agua en la que se puede apreciar los valores BMWP y sus respectivos colores demuestran que la puntuación obtenida es de 35 lo cual muestra que la calidad de agua es CRITICA, correspondientes al color NARANJA que pertenecen a las aguas MUY CONTAMINADAS.

10.3 ANALISIS MES DE JUNIO.

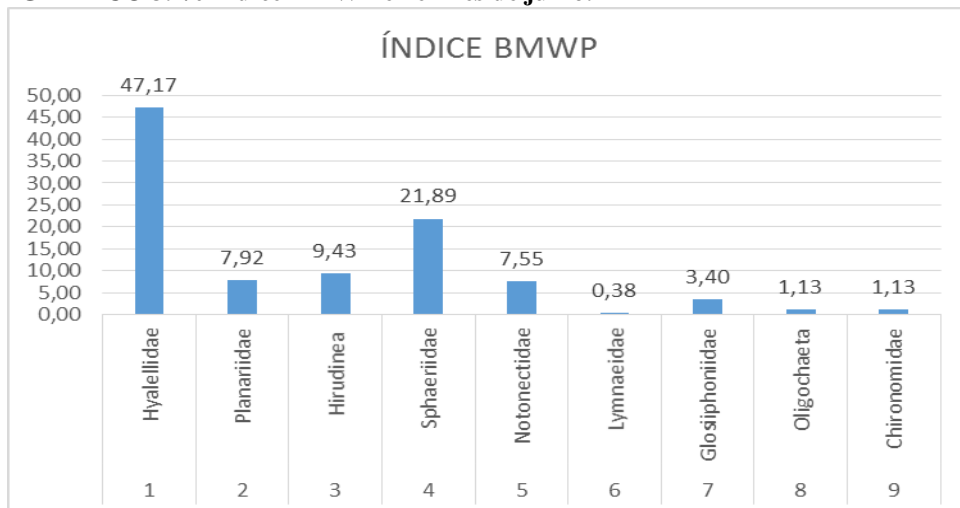
TABLA 9. NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE JUNIO.

MES DE JUNIO				
Nº	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
1	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp</i>	125	7
2	<i>Planariidae</i>	<i>Polycelis felina</i>	21	7
3	<i>Hirudinea</i>	<i>Cylicobdella sp</i>	25	3
4	<i>Sphaeriidae</i>	<i>Cyanocyclas sp</i>	58	8
5	<i>Notonectidae</i>	<i>Buenoa kirkaldy</i>	20	5
6	<i>Lymnaeidae</i>	<i>Lymnaea sp</i>	1	8
7	<i>Glosiiphoniidae</i>	<i>Dacnabdella sp</i>	9	5
8	<i>Oligochaeta</i>	<i>Turbidex sp</i>	3	1
9	<i>Chironomidae</i>	<i>Larsia sp</i>	3	2
TOTAL			265	46

Elaborado por: Autores

En el mes de junio para la determinación de la evaluación de macro y micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua se puede manifestar que se encontró una abundancia de la familia *Hyaellidae*, con un numero de 125 individuos, seguido de *Sphaeriidae* con 58 individuos, *Hirudinea*., que presentó 25 individuos, *Planariidae* con 21 individuos, *Glosiiphoniidae*., con 9 individuos *Oligochaeta* y *Chironomidae*., con 3 individuos cada uno, y finalmente *Lymnaeidae*., con 1 individuo respectivamente.

GRAFICO 3. % Índice BMWP en el mes de junio.



Elaborado por: Autores

En el gráfico 3, se puede apreciar que la familia *Hyaellidae*., ocupa el 47.17 % de prevalencia del mismo, en relación a *Sphaeriidae*., que presento 21.89% ocupando el segundo lugar, apareciendo en este mes las familias *Oligochaeta* y *Chironomidae*, con 1.13 % y *Lymnaeidae*, con 0.38% respectivamente. Luego de aplicar la Tabla de tolerancia de las familias para el índice BMWP permite calificar con una puntuación de 7 a la familia *Hyaellidae*. Por otro lado la tabla 3 clases de calidad de agua en la que se puede apreciar los valores BMWP y sus respectivos colores demuestran que la puntuación obtenida es de 46 lo cual muestra que la calidad de agua es DUDOSA, correspondientes al color AMARILLO que pertenecen a las aguas MODERADAMENTE CONTAMINADAS.

10.4 ANALISIS MES DE JULIO.

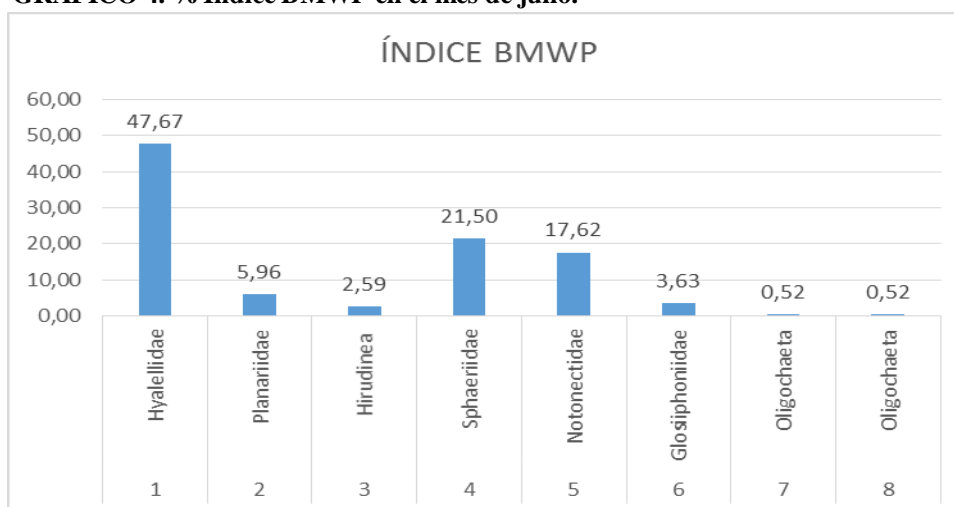
TABLA 10. NÚMERO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL MUESTREO DEL MES DE JULIO.

MES DE JULIO				
N°	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
1	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp</i>	184	7
2	<i>Planariidae</i>	<i>Polycelis felina</i>	23	7
3	<i>Hirudinea</i>	<i>Cylicobdella sp</i>	10	3
4	<i>Sphaeriidae</i>	<i>Cyanocyclas sp</i>	83	8
5	<i>Notonectidae</i>	<i>Buenoa kirkaldy</i>	68	5
6	<i>Glosiophoniidae</i>	<i>Dacnabdella sp</i>	14	5
7	<i>Oligochaeta</i>	<i>Turbidex sp</i>	2	1
8	<i>Oligochaeta</i>	<i>Larsia sp</i>	2	2
TOTAL			386	38

Elaborado por: Autores

En el mes de julio para la determinación de la evaluación de macro y micro invertebrados como indicadores biológicos de la calidad de agua se puede manifestar que se encontró una abundancia de la familia *Hyaellidae* son con un numero de 184 individuos, seguido de la familia *Sphaeriidae*., con 83 individuos, *Notonectidae* 68 individuos, *Planariidae* con 23 individuos, *Glosiophoniidae* con 14 individuos, *Hirudinea*., que presentó 10 individuos, *Oligochaeta*. y *Oligochaeta*., con 2 individuos cada uno respectivamente.

GRAFICO 4. % Índice BMWP en el mes de julio.



Elaborado por: Autores

En el gráfico 4, se puede apreciar que la familia *Hyalellidae*., ocupa el 47.67 % de prevalencia del mismo, en relación a *Sphaeriidae*., que presento 21.50% ocupando el segundo lugar, *Notonectidae* con el 17.62 %, mientras que las familias *Oligochaeta* y *Oligochaeta* con 0.52 % respectivamente. Luego de aplicar la Tabla de tolerancia de las familias para el índice BMWP permite calificar con una puntuación de 7 a la familia *Hyalellidae*. Por otro lado la tabla 3 clases de calidad de agua en la que se puede apreciar los valores BMWP y sus respectivos colores demuestran que la puntuación obtenida es de 38 lo cual muestra que la calidad de agua es DUDOSA, correspondientes al color AMARILLO que pertenecen a las aguas MODERADAMENTE CONTAMINADAS.

10.4.1 ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SHANNON –WEAVER.

TABLA 11. ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER.

ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER										
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABRIL	IS	MAYO	IS	JUNIO	IS	JULIO	IS
1	Amphipoda	Hyalellidae	110	5,13	124	4,77	125	5,83	184	5,61
2	Tricladida	Planariidae	17		20		21		23	
3	Hirudiniforme	Hirudinea	1		2		25		10	
4	Bivalvia	Sphaeriidae	38		32		58		83	
5	Hemíptera	Notonectidae	26		36		20		68	
6	Coleoptera	Elmidae	1		NN		NN		NN	
7	Gastropoda	Lymnaeidae	NN		NN		1		NN	
8	Glossiphoniiforme	Glosiiphoniidae	8		6		9		14	
9	Annelida	Oligochaeta	1		NN		3		2	
10	Díptera	Chironomidae	1		NN		3		2	
TOTAL			202		220		265		386	

Elaborado por: Autores

En la tabla 8 se puede apreciar los índices de diversidad de Shannon – Weaver, en el mes de Abril, reportando que la familia Hyalellidae es la más representativa dentro de las especies encontradas seguida por la familia Sphaeriidae, y las familias de especies que se encontraron en menos cantidad son: Oligochaeta, Elmidae, Hirudinea en este mes la biodiversidad es del 5,12; con un número total de 202 individuos de abundancia.

Mientras que para el mes de Mayo se reportó que la familia Hyalellidae es la más representativa dentro de las especies encontradas seguida por la familia Notonectidae, y la familia menos representativa es la Hirudinea en este mes la biodiversidad es del 4,76; con un número total de 220 individuos de abundancia.

El índice de diversidad de Shannon en el mes de Junio reporto que la familia Hyalellidae es la más representativa dentro de las especies encontradas seguida por la familia Sphaeriidae, y la familia menos representativa es la Lymnaeidae en este mes la biodiversidad es del 5,83; con un número total de 265 individuos de abundancia.

El índice de diversidad de Shannon en el mes de Julio reporto que la familia Hyalellidae es la más representativa dentro de las especies encontradas seguida por la familia Sphaeriidae, y las familias menos representativas son : Oligochaeta, Chironomidae en este mes la biodiversidad es del 5,60; con un número total de 386 individuos de abundancia.

Los valores de BMWP revelan una calidad de agua grado III (aguas moderadamente contaminadas), con una alta biodiversidad 5,32 en donde las familias predominantes son la Hyalellidae y Sphaeriidae y en menos proporción las familias: Oligochaeta, Chironomidae, Lymnaeidae, Hirudinea, Elmidae.

Los factores climáticos son parte fundamental en relación a la presencia y abundancia de las especies de macroinvertebrados acuáticos ya que decrece su población a medida que la altitud, precipitaciones y variaciones de temperatura afectan a diferentes grupos de animales influyen en la presencia del grupo Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (E.P.T).

Dicho esto da paso a la disminución de especies de distintas familias encontradas en los meses de muestre, tomando en consideración que en las zonas de alto paramo, la temperatura baja, al igual que el oxígeno, las familias más representativas son: Hyalellidae y Sphaeriidae que dentro del índice BMWP tienen una puntuación en cuanto a la calidad de agua que estas familias

Las especies más comunes y abundantes detectadas en los puntos de muestreo corresponden a las familias de Hyalellidae, Sphaeriidae, Planariidae, y Notonectidae. En total se recolectaron 1.078 macro invertebrados acuáticos, agrupados en 10 familias, estas familias según el método BMWP que indica el grado de tolerancia a la contaminación, la condición del humedal pertenece a la clase III, que corresponde a aguas moderadamente contaminadas.

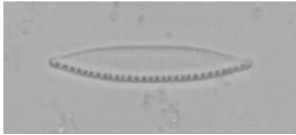
Los resultados obtenidos en los análisis físicos, químicos y microbiológicos, no sobrepasa los límites permisibles según su comparación con la tabla número 2 sobre los Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, en aguas marinas y de estuario del TULSMA, en cuanto se refieren a los límites establecidos en dicha tabla.

En lo que corresponde a las diatomeas se tomó como referencia principal su presencia en cada uno de los puntos de muestreo establecidos, se identificaron ocho especies de micro algas o algas verdes azules tomando en cuenta su incidencia en el humedal Amidas estas son: *Fragilaria capucina*, *Frustulia vulgaris*, *Pinnularia confirma*.

10.4.2 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE MICRO INVERTEBRADOS

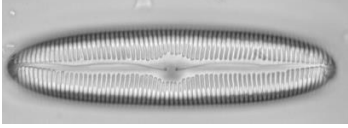
Las diatomeas encontradas en el humedal Amidas y la descripción de cada diatomea identificada, tomando como referencia el hábitat en el cual se desarrollan y la tolerancia que presenta para los contaminantes de cada una de estas especies de diatomeas se obtuvo como resultado 8 especies de micro algas, el agua monitoreada es moderadamente contaminada por la presencia de las especies indicadas.

TABLA 12. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (BACILLARICAE).

CÓDIGO 001		
	Familia Bacillariaceae	
	Genero Nitzschia	Especie <i>Nitzschia supralitorea</i>
Características: Las válvulas son elípticas lanceoladas con ápices cortos estrechamente redondeados y carecen de externon. Habitan en aguas con concentraciones relativamente grandes de nitrógeno inorgánico y pequeño sedimento suspendido. (Bahls et al, 1984).		


Elaborado por: Autores

TABLA 13. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (PINNULARIACEAE).

Código 002		
	Familia Pinnulariaceae	
	Genero Pinnularia	Especie <i>Pinnularia viridis</i>
<p>Características: Válvulas lineales elípticas con márgenes paralelos y vértices redondeados en términos generales.</p> <p>Especies frecuentemente en aguas limpias, bajo pH y bajo contenido de nutrientes. (Bahls et al, 1984).</p>		

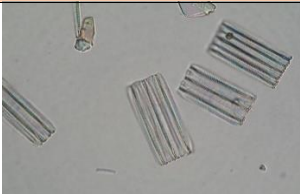
Elaborado por: Autores

TABLA 14. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (AMPHIPLEURARACEAE).

Código 003		
	Familia Amphipleuraraceae	
	Genero Frustulia	Especie <i>Frustulia vulgaris</i>
<p>Características: Son un grupo bentónico de vida libre tiene una forma romboide o lanceolada con ápices redondos y rombos.</p> <p>Son alcalofilas y tolerantes a la contaminación. (Bahls et al, 1984).</p>		

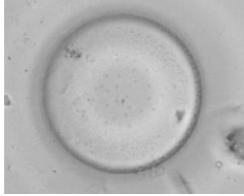
Elaborado por: Autores.

TABLA 15. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (DIATOMACEAE).

Código 004		
	Familia Diatomaceae	
	Genero Fragilaria	Especie <i>Fragilaria capucina</i>
<p>Características: La especie es aradífeas y penales. Las valvas son alargadas y rostradas en sus extremos. Presentan una estratificación transversal al eje longitudinal.</p> <p>Es una especie cosmopolita que parece en ocasiones en el plancton de aguas quietas, pero es muy frecuente encontrarla en aguas corrientes o estancadas asociadas a las piedras o a su vez a la vegetación. (Bahls et al, 1984).</p>		


Elaborado por: Autores

TABLA 16. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (MELOSIRACEAE).

Código 005		
	Familia Melosiraceae	
	Genero Melosira	Especie <i>Melosira varians</i>
<p>Características: Las células son cilíndricas, formando cadenas. La cara de valva es literalmente convexa, cubierta de pequeñas espinas, el manto está cubierto de pequeños gránulos. Su hábitat es normalmente bentónico y epifitas, pero se pueden encontrar en el plantón también (Bahls et al, 1984).</p>		


Elaborado por: Autores

TABLA 17. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (PINNULARIACEAE).

Código 007		
	Familia Pinnulariaceae	
	Genero Pinularia	Especie <i>Pinularia confirma</i>
<p>Características: Válvulas lineales con bordes paralelos, bordes redondeados, esternón de amplio rafe alcanzando aproximadamente la mitad de la anchura de la valva, no hay zona central. Viven en aguas con cierta salinidad y algo cargadas de materia orgánica. (Pereira et al, 2012).</p>		

Elaborado por: Autores

TABLA 18. RESULTADOS OBSERVADOS DE MICRO INVERTEBRADOS (FRAGILARIACEAE).

Código 008		
	Familia Fragilariaceae	
	Genero Synedra	Especie <i>Synedra sp</i>
<p>Características: Poseen válvulas largadas de forma lineal, se caracterizan por presentar una estructura angosta y largada con una línea menos notable que las navículas y con surcos transversales en ciertos casos. Habitan en sistemas con cero salinidades (Reynolds, 2006).</p>		

Elaborado por: Autores

Las especies con más incidencia son: *Fragilaria capucina*, *Frustulia vulgaris*, *Pinnularia confirma*.

Por su grado de intolerancia a la contaminación se encuentran presentes en el humedal Amidas manifestando de tal manera su estado ecológico actual.

11 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

El efecto que produce una determinada actividad humana sobre el ambiente se denomina impacto ambiental. El agua, a lo largo de su ciclo, se pone en contacto con sustancias y organismos vivos: muchos se disuelven en ella, otros son vertidos en este fluido en grandes o pequeñas cantidades, y puede permanecer en él largo tiempo. Esto dificulta la acción depuradora del agua y convierte a estos elementos en contaminantes. La relación del hombre con el agua en las diferentes sociedades, con variados procesos de desarrollo socio económico, ha dictado las formas de percibir el agua como don de la naturaleza, como un recurso natural casi no renovable. El desarrollo de las comunidades ha estado estrechamente vinculado con el agua, ya que éste es un factor importante en la selección de sitios para ubicar el desarrollo de los habitantes del sector y fortaleciendo en gran escala la parte agropecuaria.

12 PRESUPUESTO:

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:			
Detalle	Cantidad	Valor unitario	Total
Transporte	16	4.00	64.00
Alimentación	18	3.75	67.50
MATERIALES DE LABORATORIO			
Frascos esterilizados	12	2.50	30.00
Alcohol	30 lt	1.20	3.60
Pinzas	4	0.75	3.00
Guantes quirúrgicos	1 caja		10.00
Lupa	2	4.00	8.00
Láminas de acetato	20	0.25	5.00
Análisis físico, químico y microbiológico.	1	350	350.00

Mascarillas	1 caja		8.00
MATERIALES DE OFICINA			
Copias			18.00
Anillados			20.00
Impresiones			70.00
Empastados	1	60.00	60.00
Cd	5	2.00	10.00
Flash memory	1	15.00	15.00
Cartas IGM	3	45.00	45.00
Permiso de investigación Ambiental	1	20.00	20.00
		SUB TOTAL	807.10
		10% IMPREVISTOS	80,71
		TOTAL	887,81

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones.

- En el tiempo que duró la investigación se halló 1.057 individuos de macro invertebrados acuáticos, agrupados en 10 familias, lo que constituye un sistema de aguas moderadamente contaminada con un índice de biodiversidad de 5,32 (Shannon).
- Los factores climáticos como las precipitaciones y la temperatura poseen un desenlace de manera negativa en cuanto abundancia y presencia de las familias del E.P.T, decreciendo la población de las familias Oligochaeta, Chironomidae, Lymnaeidae, Hirudinea, Elmidae.
- Los grupos más representativos son de las familias Hyalellidae, Sphaeriidae y Planariidae, las cuales aportan en manera positiva ya que en la valoración del índice BMWP cuentan con una numeración alta considerando a estas familias como indicadoras de calidad de agua.

- Dentro de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos se determinó que las variables establecidas no sobrepasan los límites establecidos en la norma ambiental de la calidad del agua (TULSMA Libro VI, Anexo I en la Tabla 2).

13.2 Recomendaciones

- Realizar monitoreos físicos, químicos y biológicos periódicos a largo plazo (de manera más conveniente semestralmente) que permitan implementar y aplicar planes de manejo y conservación.
- Dar a conocer la información obtenida a partir de este estudio a las autoridades de los municipios, para que pueda tomarse como base para la implementación de campañas de monitoreo y actividades para la conservación de los recursos naturales en zonas que están siendo amenazadas por el crecimiento de la frontera agrícola y urbana.
- La participación de la comunidad en las acciones para la conservación de los recursos naturales es muy importante para el éxito de esta actividad, puesto que son ellos los pobladores de las zonas aledañas, quienes deben conocer el impacto que sus acciones tienen sobre la calidad de los recursos y tomar medidas para disminuir los efectos negativos.
- Zonificar el humedal, restaurar las zonas que se vean afectada por la vista de turistas e impedir el ingreso de ganado a los alrededores del humedal

14 BIBLIOGRAFIA

Acosta, R. (2005) *Caracterización de la Comunidad de Macro invertebrados Bentónicos de la Cuenca Altoandina del río Cañete*. Lima-Perú.

Arocena, R. (1996) *La comunidad bentónica como Indicadora de zonas de degradación y recuperación en el Arroyo Toledo*. Uruguay. (643-655)

Carrera, C. y Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macro invertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito: Eco Ciencia.

Domínguez, E. y Fernández H. (2009). *Macro invertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología*. Tucumán: Fundación Miguel Lillo.

Domínguez, E. (2009) *Macro invertebrados bentónicos sudamericanos. Primera ed. San Miguel de Tucumán-Argentina*: Fundación Miguel Lillo. (p. 654)

Fernández, H. y Domínguez, E. (2001) *Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos*. Tucumán: Editorial Universitaria de Tucumán.

Figuroa, R. (2005) *Macro invertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua. Chile*. (p. 275)

Figuroa, R. (2003) *Macro invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua del sur de Chile*. Rev. Chile Hist. Nat. (p. 275-285)

Gutiérrez, J. (2004) *Bioindicación de la calidad del agua con macro invertebrados acuáticos en la sabana de Bogotá*, utilizando redes neuronales artificiales. Caldasia(p. 151-160)

Laws, A.E. (2001) *La contaminación del agua*. Edit. Interciencia Estados Unidos. P. 482

Machado, T.(1997) *Aspecto Biológico y Físicoquímico del río Medellín. Estado Social, Económico y Ambiental del Río Medellín*. Tomo I. Instituto Mi Río Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

ONU, (2015) *El agua, Fuente de vida*. DIP ediciones. Nueva York (p. 8)

Pérez, R. (2007) *Integridad Biótica de Ambientes acuáticos*. Edit. Semarna. México. (p.71)

Prat, Narcís, (2009). *Los macro invertebrados como indicadores de calidad de las aguas. Tucumán, Argentina*: Fundación Miguel Lillo. (p. 631).

Raz, G.A. (2000) *Organismos indicadores de la calidad del agua y la contaminación*. P.J.L. Editores, México. (p.265)

Riis, W. (2005). *Establecimiento de valores de Bioindicación para macroinvertebrados Acuáticos de la sabana de Bogotá*. Abt. Limnologie, UniversitatMunster, Alemania. (p. 615)

Roldan Pérez, Gabriel. (2002). *Fundamentos de LimnologíaNeotropical*. Ciencia y Tecnología. Universidad de Antioquia. Colombia. (p. 34)

Roldán, G. (1988). *Guía para el estudio de los Macro invertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia*.Bogotá: Editorial Presencia.

Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la Calidad de Agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col*.Antioquia: Universidad de Antioquia.

Saldaña, F. (2001) *Utilización de un índice de diversidad para determinar la calidad del agua en sistemas lóticos*. México. (p. 57)

Sandoval, J. y Molina, A. (2000) *Organismos indicadores de la calidad del agua y la contaminación*. P.J.L. Edit. México. (p. 633)

Thorne, R. y Williams, P. (2007) *Los macro invertebrados en la polución*. Edit. Científica. Estados Unidos. (p. 606)

Toro, J. (2003) *Diagnóstico de la calidad del agua en sistemas lóticos*. Maipo Edit. Chile. (p. 11)

Toro, J., J. Schuster, J. Kurosawa, E. Araya & M. Contreras. (2003). *Diagnóstico de la calidad del agua en sistemas loticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentonicos como bioindicadores Rio Maipo* (Santiago: Chile) Ed. SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA XVI CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

Vázquez G., Castro G., González I., Pérez R. y Castro T. (2006). *Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua*. 7 p.

Washington, H. (1984). *Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems*. Water Research, 18, 653-694.

Páginas web.

Ministerio del Ambiente. (2012). *Parque Nacional Llanganates*. Visible body: travele's choice. New York, EU. Recuperado de: <http://www.birdlist.org/national-parks/parque-nacional-llanganates/parque-nacional-llanganates.htm>

Alonso Ramírez. (2010). *Revista de Biología Tropical. Costa Rica*. Recuperado de: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800002

Giuseppina Da Ros. (1995). *Contaminación del agua*. Editorial Abya Yala. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books/about/La_contaminaci%C3%B3n_de_aguas_en_Ecuador.html?id=rPQrAHRxzyYC.

David Buchwalter. (2010) *Tolerancia a los contaminantes*. Universidad De Carolina Del Norte Recuperado de: <http://www.solociencia.com/biologia/08081105.htm>

15 ANEXOS.

ANEXO A. AVAL INGLES



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del tema de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores: PORRAS BONILLA KEVIN ISRAEL, SALTOS LOJA JONATHAN DAVID , cuyo título versa “EVALUACIÓN DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS COMO INCADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL AMIDAS DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2017

Atentamente,



DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
Ph.D. Lorena González
C.C. 100237727-1



CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
LATACUNGA - ECUADOR
CENTRO DE IDIOMAS

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

ANEXO B. CURRICULUM VITAE DEL TUTOR.

Anexo B.1 Curriculum Vitae Ing. Mg. Lozano Hernández Cristian Javier

CURRÍCULUM VITAE



1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: Cristian Javier Lozano Hernández

FECHA DE NACIMIENTO: 23 de Marzo de 1984

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0603609314

ESTADO CIVIL: Soltero

NUMEROS TELÉFONICOS: 0992850220 / 032916553

E-MAIL: cristian.lozano@utc.edu.ec / cristian_84lh@hotmail.com

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: Escuela Fiscal Mixta “Joaquín Chiriboga”

NIVEL SECUNDARIO: “Colegio Nacional Velasco Ibarra”

NIVEL SUPERIOR: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

NIVEL SUPERIOR: Universidad de Cuenca

3.- TÍTULOS

PREGRADO: Ingeniero en Biotecnología Ambiental

POSTGRADO: Magister en Toxicología Ambiental e Industrial

4.- EXPERIENCIA LABORAL

INSTITUCIÓN	ACTIVIDAD
Universidad Técnica de Cotopaxi, 2014 – 2015 Docente Universitario	Docente de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente.
Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Baños de Agua Santa. 2013 - 2014	Jefe del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado.
Centro de Servicios y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA) 2010 – 2011.	Analista y Técnico del Área de Aguas y Suelos.

5.- CARGOS DESEMPEÑADOS

- ✓ Analista y Técnico del Área de Aguas y Suelos del Laboratorio y Centro de Servicios y Transferencia Tecnológica Ambiental (LAB-CESTTA-ESPOCH) Riobamba.
- ✓ Jefe del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Baños de Agua Santa (Tungurahua).
- ✓ Docente Universitario de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi. (Latacunga).

6.- CURSOS DE CAPACITACIÓN

SEMINARIOS NACIONALES			
INSTITUCIÓN	TEMA	DURACIÓN	AÑO
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	CONFERENCIAS NORMAS ISO 9000 Y 14000	9 Horas	2004
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	GESTION E IMPLEMENTACION DEL MANEJO DE LOS COPS	8 Horas	2005

INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL	PREVENCION DE RIESGOS EN EL TRABAJO	10 Horas	2006
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	EXPOSITOR DE AUDITORIA AMBIENTAL	20 Horas	2008
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL	GESTION EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	4 Horas	2013
FREGONESE ASOCIADOS CIA. LTDA.	TIPOS DE VALVULAS Y SUS APLICACIONES	5 Horas	2014
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	XI LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON ENVIROMENTAL AND SANITARY ANALYTICAL CHEMISTRY	40 Horas	2015
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	SEMINARIO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA INDUSTRIAL	16 Horas	2015

7.- PROYECTOS REALIZADOS

- ✓ Proyecto de Investigación de Pregrado: Calidad del Aire por Contaminación de Material Particulado Sedimentable de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.
- ✓ Proyecto de investigación de Postgrado: Estudio Toxicológico por Contaminación de Arsénico y Cadmio de las fuentes de Abastecimiento de Agua para el Consumo Humano del Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

9.-REFERENCIAS PERSONALES

- ✓ Dr. Roberto Erazo, Gerente del Laboratorio CESTTA.

- ✓ Ing. German Vega, Director del Departamento de Saneamiento Ambiental del GADM
– Baños de Agua Santa.

- ✓ Dr. Robert Cazar, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ANEXO C. DATOS DEL ANALISIS EPT Y BMWP.

TABLA C. 1 Datos obtenidos del mes de Abril

MES DE ABRIL				
INFORMACIÓN GENERAL				
COORDENADAS	X: 788680	Y: 9892225	Altitud: 4026 msnm	
FECHA DE COLECCIÓN	10 al 20 de Abril del 2017	HORA DE COLECCIÓN	08:00 a 13:00	
FECHA DE IDENTIFICACIÓN	25/ Abril/ 2017			
CONDICIÓN CLIMÁTICA	Fuertes precipitaciones	TEMPERATURA	7 -10 °C	
RESPONSABLES	Porras Kevin – Saltos Jonathan			
RESULTADOS				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella sp</i>	110	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	17	7
Hirudiniforme	Hirudinea	<i>Cylicobdella sp</i>	1	3
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Cyanocyclas sp</i>	38	8
Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa kirkaldy</i>	26	5
Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus sp.</i>	1	6
Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	<i>Dacnobdella sp</i>	8	5
Annelida	Oligochaeta	<i>Turbidex sp</i>	1	1
TOTAL			202	42
EPT= 0%				

Elaborado por: Autores

TABLA C. 2 Datos obtenidos del mes de Mayo.

MES DE MAYO				
INFORMACIÓN GENERAL				
COORDENADAS	X: 789655	Y: 9892225	Altitud: 4026 msnm	
FECHA DE COLECCIÓN	11 al 25 de Mayo del 2017	HORA DE COLECCIÓN	08:00 a 13:00	
FECHA DE IDENTIFICACIÓN	30/ Mayo/ 2017			
CONDICIÓN CLIMÁTICA	Fuertes precipitaciones	TEMPERATURA	7 -10 °C	
RESPONSABLES	Porras Kevin – Saltos Jonathan			
RESULTADOS				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp</i>	124	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	20	7
Hirudiniforme	Hirudinea	<i>Cylicobdella sp</i>	2	3
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Cyanocyclas sp</i>	32	8
Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa kirkaldy</i>	36	5
Glossiphoniiforme	Glosiiphoniidae	<i>Dacnobia sp</i>	6	5
TOTAL			220	35
EPT= 0%				

Elaborado por: Autores

TABLA C. 3 Datos obtenidos del mes de Junio.

MES DE JUNIO				
INFORMACIÓN GENERAL				
COORDENADAS	X: 789655	Y: 9892225	Altitud: 4026 msnm	
FECHA DE COLECCIÓN	8 al 23 de Junio del 2017	HORA DE COLECCIÓN	08:00 a 13:00	
FECHA DE IDENTIFICACIÓN	25/ Junio/ 2017			
CONDICIÓN CLIMÁTICA	Soleado	TEMPERATURA	7 -10 °C	
RESPONSABLES	Porras Kevin – Saltos Jonathan			
RESULTADOS				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella sp</i>	125	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	21	7
Hirudiniforme	Hirudinea	<i>Cylicobdella sp</i>	25	3
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Cyanocyclas sp</i>	58	8
Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa kirkaldy</i>	20	5
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Lymnaea sp</i>	1	8
Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	<i>Dacnobia sp</i>	9	5
Annelida	Oligochaeta	<i>Turbidex sp</i>	3	1
Díptera	Chironomidae	<i>Larsia sp</i>	3	2
TOTAL			265	46
EPT= 0%				

Elaborado por: Autores

TABLA C. 4: Datos obtenidos del mes de Julio.

MES DE JULIO				
INFORMACIÓN GENERAL				
COORDENADAS	X: 789655	Y: 9892225	Altitud: 4026 msnm	
FECHA DE COLECCIÓN	7 al 20 de Julio del 2017	HORA DE COLECCIÓN	08:00 a 13:00	
FECHA DE IDENTIFICACIÓN	26/ Julio/ 2017			
CONDICIÓN CLIMÁTICA	Soleado	TEMPERATURA	7 -10 °C	
RESPONSABLES	Porras Kevin – Saltos Jonathan			
RESULTADOS				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella sp</i>	184	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	23	7
Hirudiniforme	Hirudinea	<i>Cylicobdella sp</i>	10	3
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Cyanocyclas sp</i>	83	8
Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa kirkaldy</i>	68	5
Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	<i>Dacnobia sp</i>	14	5
Annelida	Oligochaeta	<i>Turbidex sp</i>	2	1
Díptera	Chironomidae	<i>Larsia sp</i>	2	2
TOTAL			386	38
EPT= 0%				

Elaborado por: Autores

ANEXO D. INDICE DE SHANNON – WEAVER

TABLA D. 1 Índice de Shannon del mes de Abril.

MES DE ABRIL						
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	AR (Pi)	Pi*LnPi	IS
1	Amphipoda	Hyalellidae	110	0,54455446	-0,3309733	5,1282
2	Tricladida	Planariidae	17	0,08415842	-0,20829665	
3	Hirudiniforme	Hirudinea	1	0,0049505	-0,02627855	
4	Bivalvia	Sphaeriidae	38	0,18811881	-0,31428663	
5	Hemíptera	Notonectidae	26	0,12871287	-0,26388342	
6	Coleoptera	Elmidae	1	0,0049505	-0,02627855	
7	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	8	0,03960396	-0,1278743	
8	Annelida	Oligochaeta	1	0,0049505	-0,02627855	
TOTAL			202		-1,1699971	

Elaborado por: Autores

TABLA D. 2 Índice de Shannon del mes de Mayo.

MES DE MAYO						
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	AR (Pi)	Pi*LnPi	IS
1	Amphipoda	Hyaellidae	124	0,56363636	-0,32315864	4,7667
2	Tricladida	Planariidae	20	0,09090909	-0,21799048	
3	Hirudiniforme	Hirudinea	2	0,00909091	-0,04273164	
4	Bivalvia	Sphaeriidae	32	0,14545455	-0,2804206	
5	Hemíptera	Notonectidae	36	0,16363636	-0,29619959	
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	6	0,02727273	-0,09823277	
TOTAL			220		-1,25873372	

Elaborado por: Autores

TABLA D. 3 Índice de Shannon del mes de Junio.

MES DE JUNIO						
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	AR (Pi)	Pi*LnPi	IS
1	Amphipoda	Hyalellidae	125	0,47169811	-0,35444155	5,8328
2	Tricladida	Planariidae	21	0,07924528	-0,20090323	
3	Hirudiniforme	Hirudinea	25	0,09433962	-0,22272208	
4	Bivalvia	Sphaeriidae	58	0,21886792	-0,33252315	
5	Hemíptera	Notonectidae	20	0,0754717	-0,19501868	
6	Gastropoda	Lymnaeidae	1	0,00377358	-0,02105558	
7	Glossiphoniiforme	Glosiophoniidae	9	0,03396226	-0,11487754	
8	Annelida	Oligochaeta	3	0,01132075	-0,05072963	
9	Díptera	Chironomidae	3	0,01132075	-0,05072963	
TOTAL			265		-1,54300108	

Elaborado por: Autores

TABLA D. 4 Índice de Shannon del mes de Julio.

MES DE JULIO						
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	AR (Pi)	Pi*LnPi	IS
1	Amphipoda	Hyalellidae	184	0,47668394	-0,3531759	5,6058
2	Tricladida	Planariidae	23	0,05958549	-0,16805154	
3	Hirudiniforme	Hirudinea	10	0,02590674	-0,09464384	
4	Bivalvia	Sphaeriidae	83	0,21502591	-0,33049412	
5	Hemíptera	Notonectidae	68	0,1761658	-0,30588191	
6	Glossiphoniiforme	Glossiophoniidae	14	0,03626943	-0,12029772	
7	Annelida	Oligochaeta	2	0,00518135	-0,02726782	
8	Díptera	Chironomidae	2	0,00518135	-0,02726782	
TOTAL			386		-1,42708068	

Elaborado por: Autores

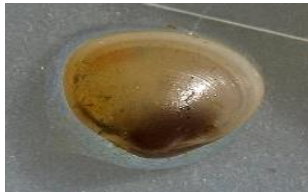



TABLA D. 5 Promedio del índice Shannon.

MESES	RESULTADO
Abril	5.12
Mayo	4.76
Junio	5.83
Julio	5.60
PROMEDIO	5.32

Elaborado por: Autores

ANEXO E. DESCRIPCIÓN BIONDICADORES.

TABLA E. 1 Tabla de descripción y registro fotográfico de macro invertebrados.

FAMILIAS	CARACTERÍSTICAS	FOTOGRAFÍA
<p>Orden: <i>Amphipoda</i> Familia: <i>Hyaellidae</i> Género: <i>Hyaella sp</i></p>	<p>Viven en aguas corrientes y remansos de quebradas, asociado a materia orgánica en descomposición, donde se forman densas poblaciones (Roldán 2003). Algunas especies son detritívoras y depredadoras de zooplancton y larvas de quironómidos (Peralta 2001).</p>	
<p>Orden: <i>Veneroidea</i> Familia: <i>Sphaeriidae</i> Clase: <i>Bivalvia</i> Género: <i>Cyanocyclas sp</i></p>	<p>Se encuentran en aguas tranquilas adheridos a vegetación emergente, siendo por lo tanto herbívoros, además son organismos filtradores. (Carrillo 2002).</p>	
<p>Orden: <i>Gasterópoda</i> Familia: <i>Lymnaeidae</i> Clase: <i>Gastropoda</i> Género: <i>Lymnaea sp</i></p>	<p>Viven prácticamente en todo tipo de agua y resisten cierto grado de contaminación (Roldán 1996). Se pueden encontrar adheridos a vegetación emergente, por lo que también se consideran herbívoros (Carrillo 2002).</p>	
<p>Orden: <i>Tricladida</i> Familia: <i>Planariidae</i> Clase: <i>Turbellaria</i> Género: <i>Polycelis felina</i></p>	<p>Viven en aguas poco profundas, tanto corrientes como estancadas, debajo de piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en ambientes acuáticos bien oxigenados, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación, son fuente de alimento para ninfas de odonatos y otros insectos acuáticos (Roldán 1996).</p>	
<p>Orden: <i>Glossiphoniiformes</i> Familia: <i>Glossiphoniidae</i> Clase: <i>Hirudinea</i> Género: <i>Dacnobdella sp</i></p>	<p>Las sanguijuelas viven por lo regular en aguas quietas o de poco movimiento, sobre troncos, plantas, rocas y residuos vegetales. Toleran baja concentración de oxígeno, por lo que es frecuente encontrarlas en gran número en lugares donde existe abundante materia orgánica (Physis, 1972).</p>	

<p>Orden: Díptera Familia: Chironomidae Género: <i>Larsia sp</i></p>	<p>Se encuentra en cuerpos de agua o fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición. Son indicadores de agua mesoeutróficas (Roldán, 1996).</p>	
<p>Orden: Hemíptera Familia: Notonectidae Clase: Insecta Género: <i>Buenoa kirkaldy</i></p>	<p>Lagos, charcas y estanques, pocas en orillas de corrientes, en aguas abiertas o con poca vegetación. Indicadores: aguas oligomesotróficas. (Álvarez y Roldán, 1983).</p>	
<p>Orden: Hirudiniforme Familia: Hirudinea Clase: Annelida Género: <i>Cylicobdella sp</i></p>	<p>Habitan en las aguas dulces, algunas especies son marinas y otras se han adaptado a la vida terrestre, en zonas muy húmedas, no son considerados buenos indicadores de la calidad biológica del agua.(Roldán, 1996).</p>	
<p>Orden: Coleoptera Familia: Elmidae Clase: Insecta Género: <i>Disersus sp</i></p>	<p>Aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridas a vegetación, también se encuentran en medios turbulentos y fondos arenosos. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán, 1980- 1985).</p>	
<p>Familia: Annelida Clase: Oligochaeta Género: <i>Turbidex sp</i></p>	<p>Viven en aguas eutroficadas, sobre fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Los turbificados pueden vivir a varios metros de profundidad donde el oxígeno escasea (Roldán, 1973).</p>	

Fuente: (Guía de para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del departamento de Antioquia, Roldán, 1998).

ANEXO F. TOLERANCIA PARA EL INDICE BMWP.

TABLA F. 1 Tabla de tolerancia de las familias para el índice BMWP.

FAMILIAS				PUNTO
Anomalopsychidae Atriplectididae Blephariceridae	Ptilodactylidae Chordodidae Gripopterygidae	Lampyridae Odontoceridae Perlidae	Polymitarcyidae Polythoridae Psephenidae	10
Coryphoridae Ephemeraeidae Euthyplociidae	Gomphidae Hydrobiosidae Leptophlebiidae	Limnephilidae Oligoneuriidae Philopotamidae	Platystictidae Polycentropodidae Xiphocentronidae	9
Atyidae Calamoceratidae Hebridae Helicopsychidae Hydraenidae	Hydroptilidae Leptoceridae Limnephilidae Lymnaeidae Naucoridae	Palaemonidae Planorbidae (cuando es dominante Biomphalaridae)	Pseudothelpusidae Saldidae Sialidae Sphaeriidae	8
Ancylidae Baetidae Calopterygidae Coenagrionidae	Dicteriadidae Dixidae Glossosomatidae Hylalellidae	Hydrobiidae Hydropsychidae Leptohiphidae Lestidae	Pyralidae Simuliidae Veliidae	7
Aeshinidae Ampullriidae Caenidae Corydalidae	Dryopidae Dugesidae Elmidae Hyriidae	Limnichidae Lutrochidae Megapodagrionidae	Mycetopodidae Pleidae Staphylinidae	6
Ceratopogonidae Corixidae Gelastocoridae	Glossiphoniidae Gyrinidae Libellulidae	Mesoveliidae Nepidae Notonectidae	Tabanidae Thiaridae	5
Belostomatidae Chrysomelidae Curculionidae Ephydriidae	Haliplidae Hydriidae Muscidae	Scirtidae Empididae Dolichopodidae	Hydrometridae Noteridae Sciomyzidae	4
Chaoboridae Cyclobdellidae	Hydrophilidae (larvas)	Physidae Stratiomyidae	Tipulidae	3
Chironomidae (cuando no es la familia dominante, si domina es 1)		Culicidae Psychodidae	Syrphidae	2
Tubificidae, Oligochaeta				1

Fuente: (modificado de Roldán, 2003 por Álvarez, 2006).

ANEXOS G. ANALISIS FÍSICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO.

Anexo G. 1 Resultados del laboratorio.



ALS Ecuador
Rigoberto Heredia Oe6-157 y Huachi
Quito, Ecuador
T: +59 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 259299/2017-1.0	RSU-09
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 10
	Página 2 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	2010	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				Horizonte Análisis		
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	<1.8	1000	CUMPLE
HIERRO	EPA 3010 A, Rev. 01, 1992 Standard Methods Ed. 22, 2012, 2111 B	PA - 26.00	mg/l	0.03	5.0	CUMPLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₂ -E	PA - 13.00	mg/l	<0.010	0.5	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 06.00	U pH	7.18	5 - 9	CUMPLE
MATERIA FLOTANTE(*)	Norma Mexicana NMX-AA-000-SCFI-2010, Rev. 03, 2010	POQ - 28.00	AUSENCIA/ PRESENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	CUMPLE
MCHOS(**)	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9610	PA - 21.00	UFC/ml	<1	NO APLICA	NO APLICA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2510 A y 2510 B	PA - 06.00	uS/cm	<20.0	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2543 C	PA - 13.00	mg/l	22.0	NO APLICA	NO APLICA
CLORUROS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-Cl B	PA - 44.00	mg/l	<20.0	NO APLICA	NO APLICA
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₃ -E	PA - 48.00	mg/l	<1.00	NO APLICA	NO APLICA



REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

La referencia (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

(*) Acuerdo Ministerial N° 037-A, 716.5866, Libro V, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 3: Criterio de calidad de aguas para riesgo agrícola.

(**) Criterio de resultados.

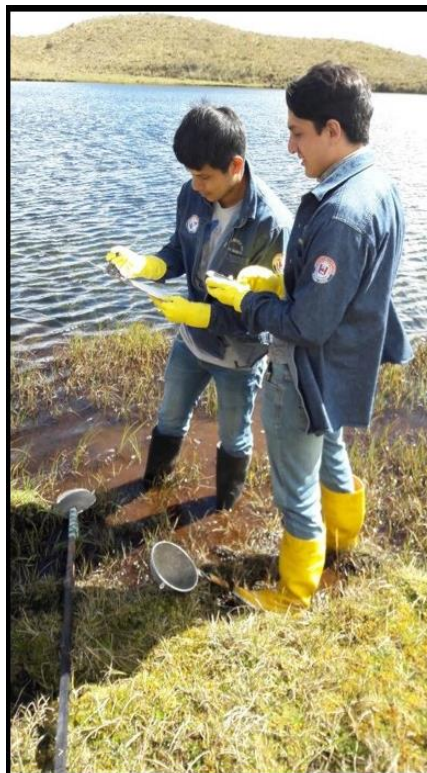
ANEXO H. REGISTRO FOTOGRAFICO.

Ilustración 1: Área de estudio humedal Amidas



Fuente: Autores

Ilustración 2: Recolección de datos in situ.



Fuente: Autores

Ilustración 3: Recolección de macro invertebrados en el humedal Amidas.



Fuente: Autores

Ilustración 4: Identificación y análisis de macro invertebrados en laboratorio.



Fuente: Autores