



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE LA PRESENCIA DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS DEL HUMEDAL ILLOS DEL SECTOR CHALOACOA 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:

Arévalo Pacheco Byron Jonathan.
Reinoso Tapia Paul Rigoberto.

Director:

Ms.C. Cristian Javier Lozano Hernandez.

Latacunga - Ecuador
Agosto - 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, Arévalo Pacheco Byron Jonathan y Reinoso Tapia Paul Rigoberto, declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: “Determinación de los índices de la calidad de agua mediante la presencia de macro y micro invertebrados en el Humedal Illos en el sector Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates en la provincia de Cotopaxi”, siendo el Ms.C. Cristian Lozano 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.

.....
Arévalo Pacheco Byron
Jonathan.
CI. 050343678-4.

.....
Reinoso Tapia Paul Rigoberto.
CI. 050314012-1.

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte, Arévalo Pacheco Byron Jonathan, identificado con C.C. N° 050343678-4, de estado civil Soltero y con domicilio en el barrio 9 de Octubre perteneciente al cantón Saquisilí y Reinoso Tapia Paul Rigoberto, identificado con C.C. N° 050314012-1, de estado civil Soltero y con domicilio en las calles General Proaño y Av. Napo, 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 CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS 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. - Octubre 2011 – Marzo 2012.

Fecha de finalización. - Marzo 2017 – Agosto 2017.

Aprobación HCA.- 03 de agosto del 2017.

Tutor. - Ms.C. Cristian Javier Lozano Hernandez.

Tema: **“DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE LA PRESENCIA DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS EN EL HUMEDAL ILLOS EN EL SECTOR CHALOACocha DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

CLÁUSULA 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.

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

CLÁUSULA 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.

CLÁUSULA 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.

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

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIA** 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.

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, 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.

CLÁUSULA DÉCIMA. - 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.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - 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 concepto 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, a los 7 días del mes de Agosto del 2017.

.....
Arévalo Pacheco Byron
Jonathan.
EL CEDENTE

.....
Reinoso Tapia Paul Rigoberto
EL CEDENTE

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

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“Determinación de los índices de la calidad de agua mediante la presencia de macro y micro invertebrados en el Humedal Illos en el sector Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates en la provincia de Cotopaxi”, de Arévalo Pacheco Byron Jonathan y Reinoso Tapia Paul Rigoberto, de la carrera de Ingeniería en 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 Honorable Consejo Académico 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

.....
Ms.C. Cristian Lozano Hernandez

CI. 060360931-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

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, los postulantes: Arévalo Pacheco Byron Jonathan y Reinoso Tapia Paul Rigoberto, con el título de Proyecto de Investigación: “Determinación de los índices de la calidad de agua mediante la presencia de macro y micro invertebrados en el Humedal Illos en el sector Chaloacocha 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, agosto del 2017

Para constancia firman:

.....
Lector 1
Ing. Oscar Daza
CI. 040068971-0

.....
Lector 2
Ms.C Patricio Clavijo.
CI.050144458-2

.....
Lector 3
Ing. Mg. Renán Lara
CI.040048801-1

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió y abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

BYRON.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mi Dios por darme la vida y la oportunidad de lograr este objetivo principalmente a mis padres Rigoberto y Lucia, a mi hermana Tefy que fueron el pilar fundamental en toda mi etapa universitaria, su apoyo fue incondicional en todos los aspectos que un estudiante puede tener, a mis docentes que me supieron guiar de la mejor manera para que pueda lograr este gran momento en mi vida y finalmente a mi familia y amigos que estuvieron siempre presentes de una manera directa e indirecta apoyándome en los momentos necesarios para culminar mis estudios.

PAUL

DEDICATORIA

Este proyecto investigativo se lo dedico a mi Dios quién supo guiarme por el camino del bien, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades.

Para mis padres, Byron y Beatriz por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.

BYRON.

DEDICATORIA

Este presente trabajo investigativo se lo dedico a mi abuelito Samuel Tapia, que siempre me guio y educo en todo el tiempo que pude tenerlo conmigo, ahora me protege y guía desde el cielo siempre demostrando la humildad y la sencillez que era su principal cualidad y que hoy las pongo en práctica.

PAUL

RESUMEN

El presente trabajo investigativo fue realizado en el Parque Nacional Llanganates provincia de Cotopaxi, ya que tiene un variado sistema lacustre los cuales se encuentran en estado natural, por lo cual, optamos en realizar nuestra investigación para determinar el índice de la calidad del agua, mediante la presencia de macro y micro invertebrados como bioindicadores naturales en el humedal Illos que se encuentra ubicado en el sector Chaloacocha.

Para evaluar los índices de la calidad de agua se utilizó las metodologías como el Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) y Biological Monitoring Working Party (BMWP), el índice de Shannon - Weaver, se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica.

De igual manera se pudo deducir que, las especies más comunes y abundantes detectadas en los puntos de muestreo corresponden a las familias de Hyalellidae, Notonectidae, Planariidae, y Glosiiphoniidae y las familias que se encontraron en menor abundancia son: Oligochaeta, Scirtidae, Sphaeriidae, Libellulidae, Cypridae. 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 siete especies respectivamente de micro algas tomando en cuenta su grado de tolerancia y lo que representan biológicamente para el estado ecológico del humedal Illos.

Como resultados de la investigación se pudo concluir también que, dentro de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se determinó que las variables establecidas no sobrepasan los límites establecidos en la norma ambiental vigente de calidad del agua (TULSMA Libro VI, Anexo I en la Tabla 2).

Es decir, en el humedal Illos se evidencia que no se han implantado ningún tipo de estrategias sobre el manejo de los afluentes que ingresan al humedal, por tal motivo los indicadores establecidos determinan que esta medianamente contaminado.

Palabras clave: *Indice de calidad de agua, Macro invertebrados, Micro invertebrados, Estado biológico, BMWP, EPT, Indice de Shannon.*

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the National Park Llanganates province of Cotopaxi, since it has a varied lacustrine system which are in the natural state, so we chose to carry out our present investigation to determine the index of water quality, Through the presence of macro and micro invertebrates as natural bioindicators in the Illos wetland that is located in the sector Chaloacochoa.

To evaluate water quality indexes, methodologies such as Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) and Biological Monitoring Working Party (BMWP) were used, the Shannon - Weaver index was used in ecology or other sciences to measure specific biodiversity.

Similarly, it was possible to deduce that the most common and abundant species detected at the sampling points correspond to the families of Hyalellidae, Notonectidae, Planariidae, and Glosiophoniidae, and the families with the lowest abundance are Oligochaeta, Scirtidae, Sphaeriidae, Libellulidae, Cypridae. In what corresponds to the diatoms was taken as the main reference their presence in each of the established sampling points, seven species were identified respectively of micro algae taking into account their degree of tolerance and what they represent biologically for the Ecological status of the wetland Illos.

As a result of the investigation, it was also possible to conclude that, within the physical, chemical and microbiological parameters, it was determined that the established variables do not exceed the limits established in the current water quality standard (TULSMA Book VI, Annex I in Table 2). That is, in the Illos wetland, it is evident that no strategies have been implemented on the management of the tributaries that enter the wetland, so the established indicators determine that this medium contaminated.

Key words: *Water quality index, Macro invertebrates, Micro invertebrates, Biological state, BMWP, EPT, Shannon index.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
DEDICATORIA.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL:	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:	3
TABLA 1. Beneficiarios del proyecto.	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	4
6. OBJETIVOS:.....	5
6.1. General.	5
6.2. Específicos.	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS:.....	6
TABLA 2. Actividades en base a los objetivos.	6
8. HIPÓTESIS:.....	8
8.1. ALTERNATIVA (Hi).....	8
8.2. NULA (Ho).....	8
9. DISEÑO METODOLÓGICO:	8
9.1. Tipo de investigación:	8
9.2. MÉTODOS.	9
9.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN:	10
10. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA:	11
10.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	11
10.2. MACRO INVERTEBRADOS EN LA BIOINDICACIÓN.	11
10.3. SALUD ECOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.....	12
10.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HUMEDALES.	12
10.5. METODOLOGÍAS A UTILIZARSE	13
10.5.1. ÍNDICE E.P.T.....	13

10.5.2.	ÍNDICE B.M.W.P.....	13
	TABLA 3. Valores designados por medio del método BMWP.....	14
10.5.3.	ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON – WEAVER.....	14
10.6.	SENSIBILIDAD DE LOS MACRO INVERTEBRADOS EN LA CALIDAD DE AGUA – CALIFICACIÓN.....	15
	TABLA 4. Sensibilidad de los macro invertebrados.....	15
10.7.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES.....	16
10.8.	MÉTODOS DE RECOLECCIÓN.....	17
11.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	18
11.1.	UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO:.....	18
11.2.	FASE DE CAMPO.....	20
11.2.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	20
	TABLA 5- Georreferenciación del área de estudio.....	20
11.3.	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE MACRO INVERTEBRADOS.....	20
11.5.	FASE DE LABORATORIO.....	25
11.5.1.	ANÁLISIS ÍNDICE BMWP/COL.....	26
12.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
12.1.	ANÁLISIS DE MACRO INVERTEBRADOS.....	26
12.2.	ANÁLISIS DE MICRO INVERTEBRADOS.....	27
12.3.	ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SHANNON – WEAVER.....	27
13.	DISCUSIÓN.....	28
14.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	29
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
15.1.	CONCLUSIONES.....	30
15.2.	RECOMENDACIONES.....	31
16.	BIBLIOGRAFÍA:.....	32
17.	ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Beneficiarios del proyecto.....	3
TABLA 2. Actividades en base a los objetivos.....	6
TABLA 3. Valores designados por medio del método BMWP.....	14
TABLA 4. Sensibilidad de los macro invertebrados.....	15
TABLA 5- Georreferenciación del área de estudio.....	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. AVAL DE INGLES.....	35
ANEXO B. CURRICULUM VITAE TUTOR DEL PROYECTO.....	36
ANEXO C. RESULTADOS DEL ÍNDICE BMWP.....	39
ANEXO D. RESULTADOS ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER.....	42
ANEXO E. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.....	45
ANEXO F. DESCRIPCIÓN BIO INDICADORES.....	47
ANEXO G. TOLERANCIA PARA EL ÍNDICE BMWP.....	52
ANEXO H. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	53

1. INFORMACIÓN GENERAL:

Título del Proyecto:

DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE LA PRESENCIA DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS DEL HUMEDAL ILLOS DEL SECTOR CHALOACOCCHA DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

Fecha de inicio:

10 de Octubre del 2016.

Fecha de finalización:

Agosto 2017.

Lugar de ejecución:

El Humedal Illos del sector Chaloacocha se encuentra ubicada en el kilómetro 52 de la nueva vía Salcedo – Tena dentro del Parque Nacional Llanganates perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

FACULTAD DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.

Carrera que auspicia:

INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE.

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

AUTORES:

- Byron Arévalo
- Paul Reinoso

TUTOR: Ing. Cristian Lozano.

LECTORES:

- Ing. Oscar Daza (Lector 1).
- Ms.C. Patricio Clavijo (Lector 2).
- Ing. Renán Lara (Lector 3).

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. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Conocer el índice de calidad del agua del Humedal Illos del sector Chaloacocha del Parque Nacional Llanganates mediante el registro de macro y micro invertebrados que permitió identificar las especies que se encontraron en el sitio de estudio, para la determinación de la presencia de contaminación conociendo la relación entre la abundancia y presencia de estas especies, lo que permitirá la conservación de este cuerpo de agua.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó las metodologías para evaluar los índices de calidad como el Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) y Biological Monitoring Working Party (BMWP).

La recolección de los macro invertebrados se realizó mediante el uso de una red Suber, la cual sirvió para la captura de las especies, los mismos que fueron transportados en alcohol para su respectivo análisis e identificación en el laboratorio, con los micro invertebrados se procedió a su recolección mediante la aplicación de los estándares establecidos en la Norma Ecuatoriana INEN 2 169:98, perteneciente al muestreo de agentes microbiológicos.

Los EPT es un índice que exterioriza la buena calidad del agua midiendo la cantidad de órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, realizando el cálculo de su presencia en cantidad.

La determinación por medio del índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) consistió en la recolección de los macro invertebrados en grupos clasificándolos hasta el nivel de familias, situándoles de acuerdo al puntaje de su tolerancia de contaminación en un rango del 1 al 10.

El desarrollo de este proyecto estableció el estado biológico en el que se encuentra el Humedal Illos, contribuyendo al fortalecimiento de la investigación y sobre todo aportar al desarrollo de las comunidades de Leivisa y Cumbijín pertenecientes al cantón Salcedo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Los efectos de la contaminación en humedales y lagunas en las zonas de alto paramo han sido descritos de manera extensa y desde hace varias décadas, mientras existe escasa información de los efectos causados en estas fuentes hídricas. Los macro invertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos son muy utilizados como bio indicadores de la calidad de fuentes de agua, debido a sus características y requerimientos especiales que hacen a estos organismos muy sensibles a diversos impactos.

Incitando al estudio de índices biológicos de calidad del agua por medio de la utilización de macro y micro invertebrados, ya que es una alternativa económica y viable, a su vez estimamos que la investigación es impulsadora para el conocimiento general de las poblaciones de Leivisa, Cumbijín y sus alrededores, puesto que el Humedal Illos es un atractivo turístico.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:

TABLA 1. Beneficiarios del proyecto.

DIRECTOS	INDIRECTOS	N° HABITANTES	TOTAL	
			HOMBRES	MUJERES
CUMBIJIN	GAD. SALCEDO	2839 HABITANTES	1100 Hombres	1739 Mujeres
LEIVISA	GAD. COTOPAXI	1161 HABITANTES	470 Hombres	691 Mujeres

Fuente: INEC

Elaborado por: Equipo de Trabajo

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Los páramos son uno de los ecosistemas más vulnerables y amenazados a nivel nacional. Considerados islas retenedoras de agua, poseen una reducida área en relación a otros ecosistemas de la región, lo que los hace muy frágiles a los efectos globales del cambio climático y a la actividad humana.

Las principales causas locales de la degradación de los sistemas de alta montaña se deben a la introducción de la ganadería (vacuna, ovina y equina), el avance de la frontera agrícola (principalmente cultivo de tubérculos) y la creciente actividad turística (pesca deportiva y actividades recreativas).

La numerosa población asentada sobre la cordillera de los Andes ha provocado la disminución progresiva de las condiciones naturales de los ecosistemas de montaña, para adecuar las tierras a las prácticas agrícolas y ganaderas. La deforestación, la ampliación de la frontera agrícola, el pastoreo y la quema son uno de los efectos más graves que tienen los páramos ecuatorianos.

En base a la problemática planteada es de vital importancia el manejo, la protección y conservación de las fuentes de agua las que se refiere a un conjunto de prácticas que las comunidades aplican para mejorar las condiciones de uso y aprovechamiento del agua, y para reducir o eliminar las posibilidades de contaminación.

En vista de estos cambios producidos a causa de la mano del hombre, es de vital importancia, la necesidad de un estudio, accediendo a la identificación y conocimiento previo en cuanto al tema de los índices de calidad de agua mediante agentes biológicos en este caso macro y micro invertebrados, para la conservación de los sistemas lacustres que son fuentes de vida.

Según Calderón .V (2017) en su estudio titulado **“BIODIVERSIDAD Y CALIDAD DE AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE PASOCHOA”**. Concluye lo siguiente: La calidad de agua actual no presenta niveles de eutrofización en ninguno de los puntos de muestreo, pero si requieren descontaminación de los puntos de la parte baja (PMM -01, PMM-02) de la quebrada, para usos humanos y piscícolas.

6. OBJETIVOS:

6.1. General.

Determinación de los índices de la calidad del agua mediante la presencia de macro y micro invertebrados del Humedal Illos del sector Chaloacocha en el Parque Nacional Llanganates en la Provincia de Cotopaxi.

6.2. Específicos.

- Diagnosticar el sistema lacustre del Humedal Illos del Parque Nacional Llanganates.
- Identificar las especies de macro y micro invertebrados encontradas dentro del Humedal Illos.
- Establecer el índice de calidad del agua mediante la aplicación de los índices E.P.T, BMWP, y diversidad de especies Shannon - Weaver y comparación con el análisis físico – químico y microbiológico.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS:

TABLA 2. Actividades en base a los objetivos.

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Diagnosticar el sistema lacustre del Humedal Illos del Parque Nacional Llanganates.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de información de proyectos investigativos realizados con anterioridad. • Delimitación del área de muestreo 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapas digitales de la ubicación del humedal. • Puntos de muestreo 	<ul style="list-style-type: none"> • Visita de campo • Utilización de software.
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los puntos de muestreo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La ubicación de sitios específicos para la toma de muestras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando el programa ARCGIS, se graficará los diferentes puntos y se determinará el área de extracción de las muestras.
Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Identificar las especies de macro y micro	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de las especies recolectadas utilizando la red Súber y red de mano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación y etiquetado de las especies recaudadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante la norma INEN 2 (169:98). Colección de macro invertebrados (induciendo mortalidad de las especies, con alcohol al 96%).

invertebrados encontradas dentro del Humedal Illos.	<ul style="list-style-type: none"> • Foto Documentación, Identificación, clasificación y análisis de las especies colectadas mediante a sistematización de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de una base de datos de las especies identificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La identificación de las especies se lo realizo por medio de guías técnicas de macro invertebrados, e identificación de micro invertebradas a través del microscopio.
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Establecer el índice de calidad del agua mediante la aplicación de los índices E.P.T, BMWP, Shannon - Weaver y comparación con el análisis físico - químico y micro biológico.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de las metodologías establecidas, ETP, BMWP y Shannon - Weaver. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación del índice biológico ETP. • Determinación del índice de tolerancia BMWP. • Determinación del índice de abundancia de las especies (Shannon - Weaver). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se determinó con la aplicación de tablas establecidas para la determinación

Elaborado por: Equipo de trabajo

8. HIPÓTESIS:

8.1. ALTERNATIVA (Hi)

- El manejo de indicadores biológicos a partir de macro y micro invertebrados ayudan a determinar los índices de calidad de agua.

8.2. NULA (Ho)

- El manejo de indicadores biológicos a partir de macro y micro invertebrados no ayudan a determinar los índices de calidad de agua.

9. DISEÑO METODOLÓGICO:

9.1. Tipo de investigación:

Investigación descriptiva:

La investigación descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente. (TAMAYO y TAMAYO, 2004).

Consiste en figurar los aspectos relevantes, característicos, específicos y distintivos de cada una de las especies encontradas para determinar su clasificación.

Investigación Explicativa:

Su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relacionan dos o más variables. (HERNÁNDEZ et al., 2006).

Este proyecto de investigación está basado en una investigación explicativa ya que se examinará un tema de investigación que ha sido poco estudiado y carece de ideas relacionadas con el tema.

Investigación Bibliográfica:

El diseño bibliográfico, se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda del material documental de cualquier clase. Se procura el análisis de los fenómenos o el establecimiento de la relación entre dos o más variables. Cuando opta por este tipo de estudio, el investigador utiliza documentos, los recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes (SANTA, 2010).

Se indago información acerca de las especies de macro y micro invertebrados recurriendo a diversos medios como revisión de libros, citas bibliográficas, internet, etc.

Investigación de Campo:

La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta (SANTA, 2010).

De acuerdo a los objetivos de la investigación, se ejecutó la determinación de puntos de muestreo en el área de trabajo, utilizando programas como GPS y ArcGis lo cual permitió realizar visitas de campo para realizar el muestreo de las especies.

9.2. MÉTODOS.

Método de inducción científica:

La Inducción Científica es un método de investigación que consiste en llegar a una determinada conclusión, estudiando los caracteres necesarios del problema de investigación o también las conexiones necesarias del problema (CARVAJAL, 2013).

Nos ayudó a registrar las especies para determinar la abundancia y sensibilidad de las especies al grado de tolerancia hacia la contaminación, mediante el estudio científico de las especies recolectadas.

Método cuantitativo

La metodología cuantitativa consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio (TAMAYO, 2007).

Con este tipo de método se pudo llevar a cabo el conteo, clasificación en categorías de acuerdo a las características taxonómicas encontradas y la valoración del índice de calidad de agua, la elaboración de cálculos basados en cifras a través del registro de datos.

9.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN:

Observación:

La observación es la acción de observar, de mirar detenidamente, en el sentido del investigador es la experiencia, es el proceso de mirar detenidamente, o sea, en sentido amplio, el experimento, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación (PARDINAS, 2005).

La observación como técnica fundamental ayudó a la identificar de manera más amplia los puntos a investigar en el área de estudio del proyecto de investigación.

Observación directa:

Cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar (DÍAZ, 2011)

Técnica utilizada para captar los aspectos más significativos de los hechos del lugar y nos proporcionó una información empírica.

Fichaje:

El fichaje es una técnica utilizada especialmente por los investigadores. Es un modo de recolectar y almacenar información. Cada ficha contiene una serie de datos extensión variable pero todos referidos a un mismo tema, lo cual le confiere unidad y valor propio (HILL, PICK, et. al., 1998)

Se realizó fichas de investigación con la información obtenida en campo de la presencia, abundancia y descripción de las especies capturadas de macro y micro invertebrados.

10. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA:**10.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.**

El agua se considera contaminada cuando se altera su composición o condición natural por una degradación instantánea o paulatina de su calidad, hasta dejar de ser apta para el uso previo.

La calidad del agua está directamente relacionada con sus usos. La presencia de ciertos elementos, en suspensión o disolución, puede ser perjudicial para la salud humana en la medida en que sobrepase ciertos límites.

Uno de los problemas ambientales serios en el Ecuador es precisamente la utilización de cauces, estuarios y lagos como receptores de las descargas de alcantarillado municipal, efluentes domésticos e industriales y desperdicios agrícolas sin tratamiento previo alguno. Por otra parte, existen casos de contaminación accidental por derrame de petróleo crudo o su derivado, frecuentes en la región amazónica y costera del país.

La calidad del agua en el Ecuador ha venido paulatinamente deteriorándose, especialmente en los últimos veinte años (DA ROS, 1995).

10.2. MACRO INVERTEBRADOS EN LA BIOINDICACIÓN.

Los macro invertebrados acuáticos (MIA) se definen como aquellos organismos con tamaños superiores a 0.5 mm de longitud, es decir, todos aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; por lo tanto la palabra “macro” indica que esos organismos son retenidos por redes de tamaño entre 200–500 mm (ROSENBERG y RESH, 1993).

Este planteamiento surge debido a la existencia de una estrecha correlación entre las comunidades de estos organismos y los factores del ambiente donde se desarrollan, de modo que cuando estos cambian, unas especies son reemplazadas por otras adaptadas a las nuevas condiciones. El análisis estructural de las comunidades bénticas se usa a menudo para determinar la calidad del agua, ya que los taxones que las constituyen presentan ciclos de vida largos y escaso poder de locomoción, lo cual permite la acción directa y continua de sustancias que alteran las condiciones del medio acuático donde viven, de modo que resultan muy afectados (VEGA et al., 1989).

10.3. SALUD ECOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.

Para los ambientes hídricos la salud ecológica se ha definido como su estado ecológico, y es una expresión de la calidad de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas de las aguas continentales superficiales: dicha salud se centra especialmente en la condición de los elementos biológicos del sistema (PRAT, 2007).

El detrimento de la calidad ambiental en países industrializados ha generado conciencia pública sobre la importancia de restaurar los ecosistemas acuáticos que ha crecido sobre todo en los últimos años (BOHN y KERSHNER, 2002)

10.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HUMEDALES.

La Convención de RAMZAR define a los humedales como extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas frecuentemente inundadas o saturadas de aguas superficiales o subterráneas (RAMZAR, 2010). Los humedales son sumamente importantes por cumplir tres funciones básicas, las cuales según Madrid (2007) son: las físicas, como regulación del ciclo hídrico superficial y de los acuíferos, la retención de sedimentos, el control de erosión, y la estabilización micro climática. Las químicas son: La regulación de los ciclos de nutrientes (retención, filtración y liberación), y la descomposición de biomasa terrestre como base de la productividad de los sistemas acuáticos; y las funciones bio-ecológicas: como la productividad biológica, la estabilidad e integridad de los ecosistemas asociados, y la retención de dióxido de carbono. Los humedales disminuyen o mitigan los efectos producidos por el calentamiento global, ya que estos ambientes acuáticos sirven de sumidero al 40% del carbono que

se genera en el planeta (ARIZA et al., 2006), es decir, eliminan importantes cantidades de gases de efecto invernadero.

10.5. METODOLOGÍAS A UTILIZARSE

Los índices más utilizados para la determinación de la calidad del agua son: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, al mismo tiempo se utilizó el índice Biological Monitoring Working Party, índices de gran utilidad para el análisis determinación de la calidad del recurso hídrico.

10.5.1. ÍNDICE E.P.T

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macro invertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.

10.5.2. ÍNDICE B.M.W.P

Para determinar la calidad del agua se utilizó el Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party), el cual da valores de 1 a 10 a los macro-invertebrados identificados a nivel de familia. Las familias que no toleran la pérdida de la calidad de agua tienen puntajes altos, mientras que familias que toleran la pérdida de calidad tienen puntajes bajos.

La suma total de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio proporcionará el valor de la calidad del agua (ROLDÁN, 2003).

TABLA 3. Valores designados por medio del método BMWP.

CLASES DE CALIDAD DE AGUA VALORES BMWP Y COLORES PARA REPRESENTAR EL ÍNDICE				
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	AMARILLO
IV	Critica	15 a 35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy Critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas. Situación crítica.	ROJO

Fuente: Índice BMWP.

10.5.3. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON – WEAVER

El índice de Shannon - Weaver, o de Shannon - Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes

de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

La fórmula del índice de Shannon - Weaver es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

S= número de especies (la riqueza de especies)

Pi= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie)

ni= número de individuos de la especie

N= número de todos los individuos de todas las especies.

10.6. SENSIBILIDAD DE LOS MACRO INVERTEBRADOS EN LA CALIDAD DE AGUA – CALIFICACIÓN.

TABLA 4. Sensibilidad de los macro invertebrados.

SENSIBILIDAD	CALIDAD DE AGUA	CALIFICACIÓN
No aceptan contaminantes.	Muy buena	9-10
Aceptan muy pocos contaminantes.	Buena	7-8
Aceptan pocos contaminantes.	Regular	5-6
Aceptan mayor cantidad de contaminantes.	Mala	3-4
Aceptan muchos contaminantes.	Muy mala	1

Fuentes: Carrera, C. y Fierro, K. 2001.

10.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE BIO INDICADORES.

Las ventajas que se toman en cuenta para escoger a los macro invertebrados como indicadores de calidad de agua son:

Diversidad de individuos, su ciclo de vida es largo lo que beneficia para determinar los efectos de una contaminación, los métodos de muestreo y la elaboración de índices están normalizados (LADRERA, 2012), son un enlace fundamental en el movimiento de flujo de energía de la cadena alimenticia (HANSON, SPRINGER & RAMÍREZ, 2010).

- Son abundantes, de amplia distribución y fáciles de recolectar.
- Son sedentarios en su mayoría y, por tanto, reflejan las condiciones locales.
- Relativamente fáciles de identificar, si se comparan con otros grupos, como las bacterias, virus, entre otros.
- Presentan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo.
- Proporcionan información para integrar los efectos acumulativos.
- Poseen ciclos de vida largos.
- Son apreciables a simple vista.
- Se pueden cultivar en el laboratorio.
- Responden rápidamente a tenses ambientales.
- Varían poco genéticamente.

Las desventajas que se toman en cuenta para escoger a los macro invertebrados como indicadores de calidad de agua son:

- Límite de detección de micro contaminantes
- Sensibilidad temporal baja.
- Dificultad de usar en aguas subterráneas
- Dificultades de estandarización.

10.8. MÉTODOS DE RECOLECCIÓN.

Existe una diversidad de formas para recolectar macro invertebrados acuáticos. La selección de los métodos varía según el tipo de estudio, el cuerpo de agua, hábitat de interés e incluso el presupuesto disponible. Por ello, es importante conocer las ventajas y limitaciones de los diferentes métodos. Para nuestro trabajo investigativo se realizará el estudio cuantitativo el cual lo detallaremos a continuación:

En áreas con flujo continuo se usa la red Suber, se hace el disturbio en el fondo y se crea una corriente de agua con la mano para que los organismos caigan a la red.

Los macro invertebrados se preservaron y se transportaron al laboratorio para separarlos del material usando una lupa y una aguja de disección. Los resultados se expresaron en cantidad en relación a la especie.

Recolectar muestras con métodos cuantitativos, como la red Suber, requiere mayor tiempo de procesamiento en el laboratorio y capturan una parte diferente de la comunidad béntica relativo a otros métodos (PAABY et al. 1998).

Al tratarse de una red más pequeña debe hacerse en un mayor número de puntos de muestreo en cada sitio seleccionado, a fin de recoger material suficiente, para el muestreo se debe tener en consideración las siguientes especificaciones:

- Sostener la red donde el agua sea más corrientosa; ubicar la boca de la malla frente a la corriente y asentar la base en el fondo del humedal.
- En cada punto de muestreo remover con la mano, el fondo que está dentro de la base o marco de metal durante un minuto; para hacerlo, colocarse a un lado de la red, de modo que el cuerpo no bloquee la corriente de agua e impida el ingreso de sedimento a la red.
- Una vez recogido el sedimento, colocar en un recipiente con ayuda de agua, remueva todo el sedimento sobrante en la red hasta dejarla totalmente limpia.
- Verter el contenido de cada recipiente en una bandeja blanca, sin mezclar una con otra.

- Separar a los macro invertebrados del material con sedimento de la muestra; recolectarlos con la ayuda de una pinza entomológica.
- Guardar en un frasco con alcohol, junto con la etiqueta.
- Escribir en la etiqueta el sitio, el nombre del punto, la fecha y la persona o personas que participaron en la recolección.

11. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

11.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:

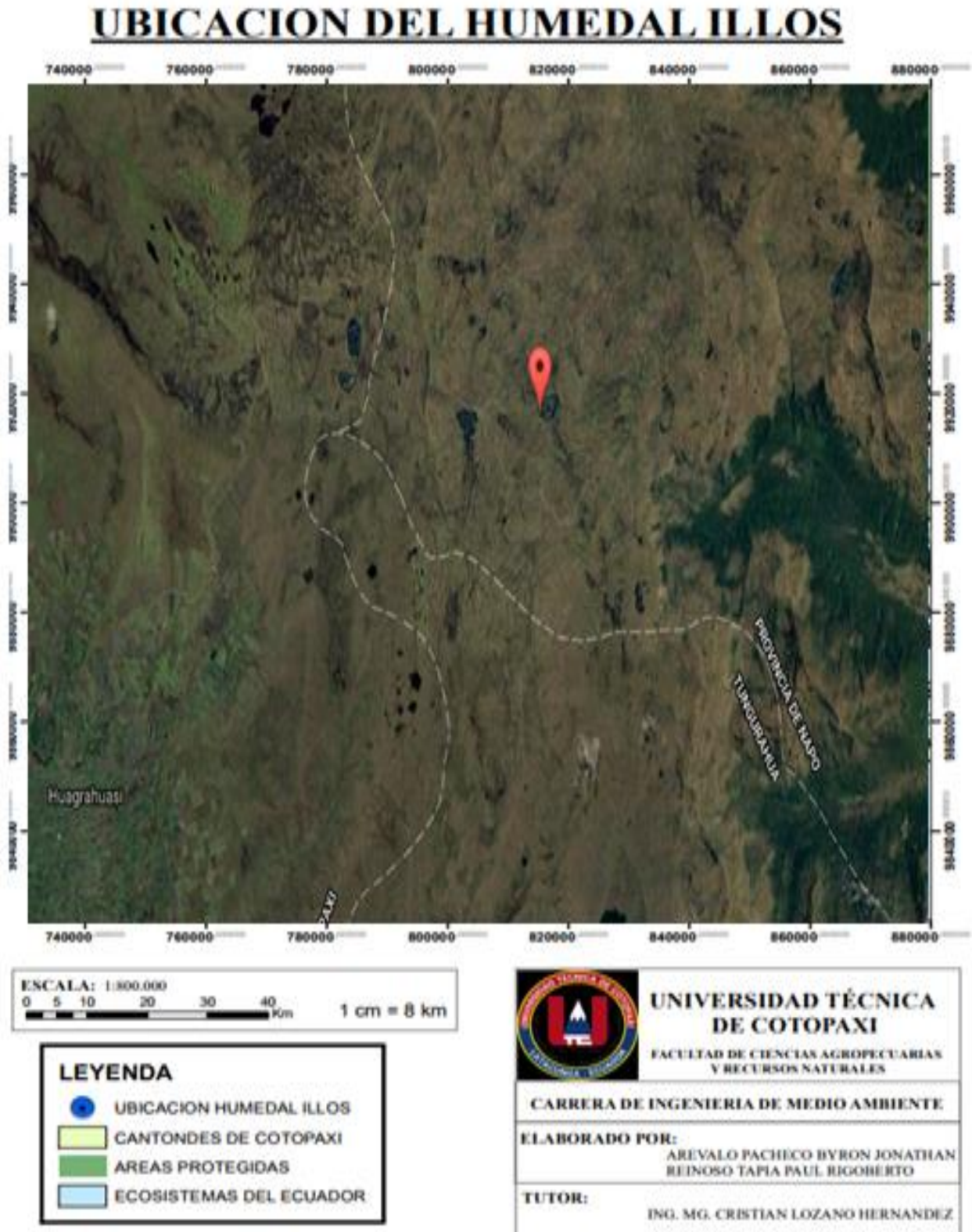
El Humedal Illos se ubica en el alto paramo de la cordillera central de los andes, esta forma parte del Parque Nacional Llanganates en el sector de Chaloacocha que comprende el cantón Salcedo, ubicándose en el kilómetro 52 de la nueva vía Salcedo – Tena.

Su extensión es aproximadamente de 1200 m de largo por 800 m de ancho, posee una temperatura de entre 5° a 8° C.

Los Llanganates conservan importantes especies de plantas nativas. Entre ellas se encuentran el pumamaqui, arrayán, espadaña, yagual, palma de ramos, licopodio (representante de la familia de las licopodiáceas, son helechos y, concretamente, el licopodio se caracteriza por poseer los tallos bastante largos, pueden llegar a medir hasta un metro de largo), gencianas, achupalla, pajonales, cedro, chuncho, frailejón y heliconias.

También se localizan especies representativas como el oso de anteojos, venado. Entre las especies de aves se encuentran el pato, gaviota andina, curiingue, cóndor, especie en peligro de extinción, congos, pilco real o pollito y colibríes.

IMAGEN N° 1 – Ubicación del humedal Illos.



11.2. FASE DE CAMPO

11.2.1. ÁREA DE ESTUDIO

Establecidos los puntos de muestreo por medio de la ubicación geográfica de los mismos se seleccionó cuatro puntos para la recolección de macro invertebrados.

El Humedal Illos fue muestreado los meses de: Abril, Mayo y Junio, del 2017 meses en los cuales se capturaron las especies de macro invertebrados, cabe recalcar que en el mes de Junio se realizó la toma de muestras para micro invertebrados y análisis físico – químico y microbiológicos.

TABLA 5- Georreferenciación del área de estudio

COORDENADAS			
PUNTOS	X	Y	MSNM
P1	792055	9891801	3850
P2	792086	9891702	3852
P3	792378	9891716	3853
P4	792375	9891712	3852

Elaborado por: Equipo de trabajo

11.3. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE MACRO INVERTEBRADOS

Para la recolección de macro invertebrados se utilizó la red Suber la cual consiste en atrapar los especímenes, mismos que fueron identificados en el laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

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.
- Lámina de identificación.
- Hojas de campo 1 (abundancia) y 2 (sensibilidad).
- Lupa y plato pequeño o tapa blanca.
- Red Suber.

- Botas de hule.
- Guantes de hule.
- Cooler

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

- 1) Separar las muestras del área de control de las del área afectada, para evitar confusiones durante la identificación y el análisis.
- 2) Sacar 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 96 %, para que los pueda distinguir de mejor manera.
- 3) Con la ayuda de la lámina de identificación agrupar los individuos que se parecen entre sí, identificara qué grupo pertenecen y contar cuántos individuos tiene cada grupo. Repetir este proceso con los macro invertebrados recogidos en el otro frasco.
- 4) Recordar que en la técnica de red Suber se emplean varios frascos en una misma área; por lo tanto, en todos los frascos del área de control debe identificar y contar los individuos de cada grupo y obtener el número total de individuos (abundancia) y hacer lo mismo con todos los frascos del área muestreada.
- 5) Se transportó las especies de macro invertebrados recolectados en el campo para su respectiva identificación y análisis en el laboratorio.

11.4. 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 de micro invertebrados se procederá a la toma de la muestra en el punto número del humedal a razón que es una entrada de agua.

Este tipo de procedimiento se lo realizara 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.

✓ **Llenado del recipiente.**

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos-químicos y microbiológicos, llenar los frascos completamente y taparlos 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.).

✓ **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.

✓ **Técnica de conservación.**

Refrigerar alrededor 2 °C y 5 °C.

✓ **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.

✓ **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 20169:98 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.

Los parámetros analizarse en el análisis físico-químico y microbiológico son:

FÍSICOS:

pH. 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. Un pH muy ácido o muy alcalino puede indicar contaminación industrial (ABS, 1994).

Conductividad eléctrica.- La conductividad eléctrica de una solución es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua. Como la contribución de cada especie iónica a la conductividad es diferente, su medida da un valor que no está relacionado de manera sencilla con el número total de iones en solución. (GRAY,1996).

QUÍMICOS:

Hierro.- El hierro y manganeso casi siempre se encuentran presentes en forma conjunta, por lo que si en el agua se tienen niveles relativamente altos de hierro, seguramente el manganeso estará presente en concentraciones problemáticas para el uso del agua. Ni el hierro ni el manganeso representan un problema de toxicidad, pero la calidad del agua no es la deseada cuando se tienen altos valores de estos elementos. (JOHNSON, 1980).

Nitrito.-El nitrito es isoelectrónicamente similar al oxígeno, si la concentración de nitritos en los fluidos corporales es muy alta, los nitritos ocupan el lugar del oxígeno en la hemoglobina y bajo ciertas circunstancias se puede presentar una condición de anoxia. Esto ocurre cuando una persona ingiere altas cantidades de nitritos y por su metabolismo es susceptible a esta condición, puede morir por asfixia. (RODRÍGUEZ, 2001).

Sólidos disueltos totales.- La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 μm (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. (RAWSON, 1951).

Cloruros.- El cloruro se encuentra ampliamente distribuido en el medio ambiente, generalmente en forma de cloruro sódico, potásico o cálcico. El gran inconveniente de los cloruros es el sabor desagradable que comunican al agua. Son también susceptibles de ocasionar una corrosión en las canalizaciones y en los depósitos, en particular para los elementos de acero inoxidable. (RODRÍGUEZ, 2001).

Nitratos.-Los nitratos y especialmente los nitritos son indeseables en las aguas potables ya que pueden causar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia. (RODRÍGUEZ, 2001)

MICROBIOLÓGICAS:

Material flotante.- Sustancias flotantes se refiere a aquellos materiales que se sostienen en la superficie del agua y que influyen en su apariencia. Es un criterio de evaluación de las aguas en el posible efecto de disposición de sustancias o materiales flotantes en su superficie. (APHA-AWWA-WEF, 2005).

Mohos.- Los mohos y levaduras son microorganismos eucariotes ampliamente distribuidos en la naturaleza, la mayoría de ellos son saprofitos pero algunos de ellos pueden llegar a ser dañinos para el ser humano y de otros seres vivos llegando a producir diferentes patologías clasificadas como: micosis profundas, oportunistas, subcutáneas y superficiales. Este procedimiento aplica para todo tipo de aguas. (SCHARLAU, 2006).

Coliformes fecales.- Los coliformes, grupo de bacterias habitantes de la región intestinal de los mamíferos y aves. Este grupo de microorganismos pertenecen a la familia del entero bacteriáceas, se caracteriza por su capacidad de fermentación de la lactosa a 35°C a 37°C. Los géneros que componen el grupo de los coliformes son: Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, además, algunas especies de Serratia, Citrobacter y Edwardsiella. Todos los coliformes pueden existir como saprófitos independiente o como microorganismos intestinales, excepto el género Escherichia, que básicamente tiene origen fecal. (CARRERA y FIERRO, 1994).

11.5. FASE DE LABORATORIO

En el laboratorio, las muestras fueron separadas, los macro invertebrados se llevaron al sustrato, con la ayuda de una pinza entomológica y posteriormente se colocó dentro del estero microscopio para su identificación; se procuró 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 96%. La identificación de los ejemplares se la realizó a través de guías técnicas, usadas para la entomofauna acuática. (DOMÍNGUEZ y FERNÁNDEZ, 2009).

11.5.1. ANÁLISIS ÍNDICE BMWP/COL.

Para determinar la calidad del agua se utilizó el Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party), el cual da valores de 1 a 10 a los macro-invertebrados identificados a nivel de familia. Las familias que no toleran la pérdida de la calidad de agua tienen puntajes altos, mientras que familias que toleran la pérdida de calidad tienen puntajes bajos. (ROLDÁN, 2003).

Se evaluaron los siguientes parámetros de las comunidades de macro invertebrados acuáticos estudiados:

Riqueza (S). - Número total de morfo especies en cada punto de muestreo.

Abundancia (N). - Número total de individuos registrados en cada punto de muestreo.

12. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación se realizó en los meses comprendidos entre Abril 2017 y Junio 2017, en el humedal Illos del Parque Nacional Llanganates en el cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

12.1. ANÁLISIS DE MACRO INVERTEBRADOS.

En el mes de Abril se evidenció la ausencia de familias pertenecientes al grupo EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera), por lo tanto no se puede aplicar este método para la determinación del índice de la calidad del agua.

De acuerdo al índice BMWP, el resultado obtenido es de 47 perteneciente a la clase III, que corresponde aguas moderadamente contaminadas (ver Anexo C- Tabla C.1).

En el mes de Mayo se registró la ausencia de especies pertenecientes a las familias del EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera), lo cual imposibilita la determinación del índice de la calidad del agua.

El resultado registrado es de 47 perteneciente a la clase III, que corresponde a aguas moderadamente contaminadas (ver Anexo C- Tabla C.3).

En el mes de Junio se evidenció la ausencia de familias pertenecientes al grupo EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera), por lo tanto no se puede aplicar este método para la determinación del índice de la calidad del agua.

De acuerdo al índice BMWP, el resultado obtenido es de 58 perteneciente a la clase III, indicando que el agua está moderadamente contaminada (ver Anexo C- Tabla C.4).

12.2. ANÁLISIS DE MICRO INVERTEBRADOS.

Las diatomeas encontradas en el humedal Illos y estimando la descripción de cada micro alga previamente identificada, tomando como referencia el hábitat en el cual se desenvuelven y sobre su tolerancia hacia los contaminantes de cada una de estas variedades de diatomeas se obtuvo como resultado, el agua encontrada en este cuerpo de agua dulce es moderadamente contaminada por la presencia de las especies descritas (ver Anexo D- Tabla D.1).

Las especies con menos tolerancia hacia la contaminación o polución son: *Reimera uniseriada*, *Amphora meridionalis*, *Nitzschia linearis*, *Amphipleura pellucida*.

12.3. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SHANNON – WEAVER.

El índice de diversidad de Shannon - Weaver en el mes de Abril reportó que la familia Hyalellidae es la más representativa dentro de las especies encontradas seguida por la familia Notonectidae, y la familia de especies que se encontraron en menos cantidad es Libellulidae en este mes la biodiversidad es del 5,41 (ver Anexo D- Tabla D.1).

El índice de diversidad de Shannon - Weaver en el mes de Mayo reportó que la familia Hyalellidae es la más representativa dentro de las especies encontradas seguida por la familia Notonectidae, y las familias menos representativas son: Sphaeriidae, Libellulidae en este mes la biodiversidad es del 8,03 (ver Anexo D- Tabla D.2).

El índice de diversidad de Shannon - Weaver en el mes de Junio reporto que la familia Hyalellidae es la más representativa dentro de las especies encontradas seguida por la familia Notonectidae, y las familias menos representativas son: Planariidae, Hirudinea, Scirtidae en este mes la biodiversidad es del 10,07 (ver Anexo D- Tabla D.3).

Los valores de BMWP revelan una calidad de agua grado III (aguas moderadamente contaminadas), con una alta biodiversidad 7,83 en donde las familias predominantes son la Hyalellidae y Notonectidae y en menor proporción las familias: Scirtidae, Sphaeriidae, Lymnaeidae, Hirudinea, Libellulidae. (ver Anexo D- Tabla D.5).

13. DISCUSIÓN

Los que los factores climáticos como la precipitación y temperatura influyen en la presencia del grupo Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT), los cuales son considerados como indicadores de la calidad del agua; las fuertes variaciones en el caudal en los meses estudiados disminuyen considerablemente el número de especies, en comparación con los meses de menor caudal hídrico se determinó la presencia poco significativa de familias de macro invertebrados; es importante mencionar que muchos organismos se desarrollan dependiendo de las condiciones del medio.

Las especies más comunes y abundantes detectadas en los puntos de muestreo corresponden a las familias de Hyalellidae, Notonectidae, Planariidae, y Glosiiphoniidae y las familias que se encontraron en menor abundancia son: Oligochaeta, Scirtidae, Sphaeriidae, Libellulidae, Cypridae. En total se recolectaron 609 macro invertebrados acuáticos, agrupados en 12 familias, estas familias según el método BMWP que indica el grado de tolerancia a la contaminación, las condiciones de la laguna 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 siete especies respectivamente de micro algas tomando en cuenta su grado de tolerancia y lo que representan biológicamente para el estado ecológico del humedal Illos la especie de diatomea con menos tolerancia a la contaminación es *Amphipleura pellucida*, dicha especie se presenta de una forma muy singular con extremidades agudas y redondeadas que manifiesta su presencia en 2 puntos del humedal, por otro lado la especie que tolera modernamente la contaminación es la especie *Tabellaria flocaulosa*, la cual se desprende y se enreda comúnmente en la vegetación, fue identificada en el punto número 1 del humedal.

14. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).

Los impactos más relevantes en esta investigación son en el aspecto social de igual proporción el factor ambiental, demostrando de manera acertada el estado actual que presenta la el humedal Illos, en el enfoque social el humedal ofrece una serie de beneficios para las comunidades aledañas, aportando servicios eco sistémicos, ya que están relacionados estrechamente con la seguridad alimentaria, actividades productivas (agricultura, turismo, recreación, pesca y riego), además de valores culturales y espirituales. Es importante recalcar sobre la alta gama de recursos útiles para la planificación y gestión de cuencas hidrográficas. Dentro de los impactos ambientales el humedal Illos se presenta como un ecosistema cuya característica principal es ser diversa y productiva, presenta una gran importancia para el aporte a la biodiversidad sin olvidar el funcionamiento propio de los ecosistemas, es una área significativa para el país, ya que se considera el hábitat único de muchas especies tanto de flora como de fauna.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

15.1. CONCLUSIONES

Durante el tiempo de investigación se recolectaron 609 individuos de macro invertebrados acuáticos, agrupados en 11 familias, lo que constituye un sistema de aguas moderadamente contaminada con un índice de biodiversidad alto de 7,83 en base al índice de biodiversidad de Shannon - Weaver.

Los factores ambientales como el caudal y la temperatura poseen un efecto directo y negativo acerca de la abundancia de las familias del EPT a la vez aportan a la poca exuberancia de las familias Oligochaeta, Scirtidae, Sphaeriidae, Libellulidae, Cypridae.

Los grupos más representativos son de las familias Hyalellidae, Notonectidae y Planariidae, las cuales tienen gran importancia en la ecología acuática, para determinar la calidad del agua del humedal Illos ya que en base a los criterios de valoración del índice BMWP estas grupo de familias tienen un puntuación alta, al igual el estudio de las micro algas que ayudaron a la determinación de la calidad del 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).

En el humedal Illos se palpa que no se han implantado ningún tipo de estrategias sobre el manejo de los afluentes que ingresan al humedal por tal motivo los indicadores establecidos determinan que esta medianamente contaminada.

15.2. RECOMENDACIONES.

- Efectuar campañas de educación ambiental para la preservación, conservación y control de residuos por parte de los visitantes que ingresen al Parque Nacional Llanganates, es un lugar turístico y se práctica de la pesca deportiva entre otras actividades recreacionales.
- Ampliar estudios tanto ecológicos en los principales cuerpos de agua del Parque Nacional Llanganates para así lograr un mejor conocimiento de los ecosistemas acuáticos.
- Priorizar el control del ganado vacuno existente en la zona, en especial del ingreso de los efluentes que forman el humedal Illos, es importante socializar esta investigación con los habitantes del sector para fomentar conciencia e impulsar la conservación de estos importantes afluentes del sector.
- Desarrollar estrategias de conservación y por parte de los gobiernos autónomos municipales o provinciales, que permitan la protección y mejora de este importante recurso hídrico perteneciente al Parque Nacional Llanganates.

16. BIBLIOGRAFÍA:

Alba-Tercedor J. 1996. *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. Memorias IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almeria no. 2: 203-213.

Alba-Tercedor J., y Sanchez-Ortega A. (1988). *Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978)*. Limnetica no. 4: 51-56.

Abdel-Raouf N, AA Al-Homaidan& IBM Ibraheem. 2012. *Microalgae and wastewater treatment*. Saudi Journal of Biological Sciences 19: 257-275.

ABS (Annual book of Standards). 1994. *American Society for testing and Materials*. *Determinación de pH en el agua*. Método ASTM D 1293-84 reprobado en 1990.

Ariza AI, Ramírez AI, Moncaleano A.M, Córdoba PM. “Tercera Jornada Académica”, “*Los humedales como herramienta para el alivio de la pobreza*”. Recuperado de : <http://www.RAMZAR.org>.

Bohn BA, Kershner JL. *Establishing aquatic restoration priorities using a watershed approach*. *Journal of Environmental Management*. 2002;(64):355-363.

Carrera C. y Fierro K. 2001. *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua: Manual de monitoreo*. EcoCiencia. Quito, Ecuador. 67 p.

Correa I. 2000. *Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua*. Universidad de Los Andes. Venezuela. 61 p.

Chapman, D. 1996. *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Chapman Hill. London. 626 p.

Domínguez L., Goethals P. y De Pauw N. 2005. *Aspectos del ambiente fisicoquímico del río Chaguana: un primer paso en el uso de los macroinvertebrados bentónicos en la evaluación de su calidad de agua*. Revista Tecnológica ESPOL no. 18: 127-134.

INEN, 1998. Norma Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98.

Madrid CA. *Conservación de la Biodiversidad de Importancia Mundial a lo Largo de la Costa Chilena. Limnología de la desembocadura del río Copiapó como parte del Proyecto GEF “Conservación de la biodiversidad de importancia a mundial a lo largo de la costa chilena”*, encargado por la unidad de Gestión del Proyecto en Atacama 2007. Recuperado de http://www.conama.cl/gefmarino/1307/articles-45456_recurso_1.pdf pp. 105.

Prat NF. *Estado ecológico de los ecosistemas acuáticos en España departamento de ecología universidad de Barcelona*. 2007. p. 152.

Roldán, G. 2003. *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col*. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 164 p.

Rosenberg, D.M. y Resh V.H. (eds.). 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman y Hall, Nueva York. 488 p.

Resh V.H., Myers M.J. y Hannaford M. J. 1996. *Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality*. In F.R. Hauer y G.A. Lamberti (eds.). 1996. *Methods in Stream Ecology*. Academic, San Diego, CA. p. 647-668.

Stevens Institute of Technology (SIT). 2006a. *Demanda Biológica de Oxígeno*. (en línea). Consultado 18 de Sep 2007.

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

Vega E, Aguilar CI, Diez De Andreis, Gil H. *Macroinvertebrados acuáticos presentes en algunas corrientes del oriente antioqueño*. En: Revista del I.C.N.E. 1989;2(1):19-38.

Páginas web.

<http://www.birdlist.org/national-parks/parque-nacional-llanganates/parque-nacional-llanganates.htm>

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800002

https://books.google.com.ec/books/about/La_contaminaci%C3%B3n_de_aguas_en_Ecuador.htm?id=rPQrAHRxzyYC.

<http://www.k12science.org/>

<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/11/tipos-de-investigacion-segun-ander-egg.html>

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmk/munoz_m_m/capitulo3.pdf

<https://bianneygiraldo77.wordpress.com/category/capitulo-iii/>

http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html

<http://www.lizardo-carvajal.com/la-induccion-como-metodo-de-investigacion-cientifica/>

http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html

https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Obervacion_trabajo.pdf

17. ANEXOS.

ANEXO A. AVAL DE 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 estudiantes: AREVALO PACHECO BYRON JONATHAN, REINOSO TAPIA PAUL RIGOBERTO, cuyo título versa “**DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE LA PRESENCIA DE MACRO Y MICRO INVERTEBRADOS DEL HUMEDAL ILLOS DEL SECTOR CHALOACocha 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, agosto del 2017

Atentamente,

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
MARCELO PACHECO PRUNA
C.C. 0502617350**



www.utc.edu.ec

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

ANEXO B. CURRICULUM VITAE TUTOR DEL PROYECTO.

Anexo B1. Curriculum Vitae Ms.C Cristian Lozano.

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. RESULTADOS DEL ÍNDICE BMWP.

TABLA C.1. Datos obtenidos del mes de Abril.

MES DE ABRIL				
INFORMACIÓN GENERAL				
COORDENADAS	X: 792055	Y:9891801	Altitud: 3850 msnm	
FECHA DE COLECCIÓN	8 al 23 de Abril del 2017	HORA DE COLECCIÓN	08:00 a 13:00	
FECHA DE IDENTIFICACIÓN	25/ Abril/ 2017			
CONDICIÓN CLIMÁTICA	Precipitaciones	TEMPERATURA	7 -10 °C	
RESPONSABLES	Arévalo – Reinoso.			
RESULTADOS				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella sp</i>	87	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	14	7
Hirudiniiforme	Hirudinea	<i>Cylocobdella sp</i>	15	3
Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa kirkaldy</i>	39	5
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Lymnaea sp</i>	6	8
Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	<i>Dacnobia sp</i>	12	5
Annelida	Oligochaeta	<i>Turbidex sp</i>	3	1
Odonata	Libellulidae	<i>Sympetrum illotum</i>	2	8
Ostracoda	Cyprididae	<i>Candona sp</i>	15	3
TOTAL			193	47
EPT= 0%				

Elaborado por: Equipo de trabajo.

TABLA C.2. Datos obtenidos del mes de Mayo.

MES DE MAYO				
INFORMACIÓN GENERAL				
COORDENADAS	X: 792055	Y: 9891801	Altitud: 3850 msnm	
FECHA DE COLECCIÓN	8 al 23 de Mayo del 2017	HORA DE COLECCIÓN	08:00 a 13:00	
FECHA DE IDENTIFICACIÓN	25/ Mayo/ 2017			
CONDICIÓN CLIMÁTICA	Soleado	TEMPERATURA	7 -10 °C	
RESPONSABLES	Arevalo – Reinoso.			
RESULTADOS				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella sp</i>	119	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	8	7
Hirudiniforme	Hirudinea	<i>Cylicobdella sp</i>	3	3
Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa kirkaldy</i>	41	5
Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	<i>Dacnobdella sp</i>	4	5
Odonata	Libellulidae	<i>Sympretrum illotum</i>	1	8
Ostracoda	Cyprididae	<i>Candona sp</i>	6	3
Annelida	Oligochaeta	<i>Turbidex sp</i>	2	1
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Cyanocyclus sp</i>	1	8
TOTAL			185	47
EPT= 0%				

Elaborado por: Equipo de trabajo.

TABLA C.3. Datos obtenidos del mes de Junio.

MES DE JUNIO				
INFORMACIÓN GENERAL				
COORDENADAS	X: 792055	Y: 9891801	Altitud: 3850 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	Arevalo – Reinoso.			
RESULTADOS				
ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	ABUNDANCIA	ÍNDICE BMWP
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella sp</i>	157	7
Tricladida	Planariidae	<i>Polycelis felina</i>	2	7
Hirudiniforme	Hirudinea	<i>Cylicobdella sp</i>	2	3
Hemíptera	Notonectidae	<i>Buenoa kirkaldy</i>	53	5
Glossiphoniiforme	Glosiiphoniidae	<i>Dacnobdella sp</i>	4	5
Odonata	Libellulidae	<i>Sympretrum illotum</i>	1	8
Ostracoda	Cyprididae	<i>Candona sp</i>	6	3
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Cyanocyclas sp</i>	2	8
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Lymnaea sp</i>	3	8
Coleóptera	Scirtidae	<i>Disersus sp.</i>	1	4
TOTAL			231	58
EPT= 0%				

Elaborado por: Equipo de trabajo.

ANEXO D. RESULTADOS ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER.

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

MES DE ABRIL						
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	AR (Pi)	Pi*LnPi	IS
1	Amphipoda	Hyaellidae	87	0,4507772	-0,35917119	5,4138
2	Tricladida	Planariidae	14	0,07253886	-0,19031534	
3	Hirudiniforme	Hirudinea	15	0,07772021	-0,19854715	
4	Hemíptera	Notonectidae	39	0,20207254	-0,32313996	
5	Gastropoda	Lymnaeidae	6	0,03108808	-0,10790458	
6	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	12	0,06217617	-0,17271193	
7	Annelida	Oligochaeta	3	0,01554404	-0,0647266	
8	Odonata	Libellulidae	2	0,01036269	-0,04735278	
9	Ostracoda	Cyprididae	15	0,07772021	-0,19854715	
TOTAL			193		-1,66241668	

Elaborado por: Equipo de trabajo.

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

MES DE MAYO						
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	AR (Pi)	Pi*LnPi	IS
1	Amphipoda	Hyaellidae	119	0,64324324	-0,28381972	8,0365
2	Tricladida	Planariidae	8	0,04324324	-0,13582332	
3	Hirudiniforme	Hirudinea	3	0,01621622	-0,06683908	
4	Hemíptera	Notonectidae	41	0,22162162	-0,33393586	
5	Glossiphoniiforme	Glossiphoniidae	4	0,02162162	-0,08289863	
6	Odonata	Libellulidae	1	0,00540541	-0,02821814	
7	Ostracoda	Cyprididae	6	0,03243243	-0,11119772	
8	Annelida	Oligochaeta	2	0,01081081	-0,0489428	
9	Bivalvia	Sphaeriidae	1	0,00540541	-0,02821814	
TOTAL			185		-1,1198934	

Elaborado por: Equipo de trabajo.

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

MES DE JUNIO						
INDIVIDUOS	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA	AR (Pi)	Pi*LnPi	IS
1	Amphipoda	Hyaellidae	157	0,67965368	-0,26246316	10,0789
2	Tricladida	Planariidae	2	0,00865801	-0,04111923	
3	Hirudiniiforme	Hirudinea	2	0,00865801	-0,04111923	
4	Hemíptera	Notonectidae	53	0,22943723	-0,33776046	
5	Glossiphoniiforme	Glosiiphoniidae	4	0,01731602	-0,0702359	
6	Odonata	Libellulidae	1	0,004329	-0,02356025	
7	Ostracoda	Cyprididae	6	0,02597403	-0,09482229	
8	Bivalvia	Sphaeriidae	2	0,00865801	-0,04111923	
9	Gastropoda	Lymnaeidae	3	0,01298701	-0,05641306	
10	Coleóptera	Scirtidae	1	0,004329	-0,02356025	
TOTAL			231		-0,99217305	

Elaborado por: Equipo de trabajo.

TABLA D.4. Promedio del índice Shannon - Weaver.

MESES	RESULTADO
Abril	5.41
Mayo	8.03
Junio	10.07
PROMEDIO	7.83

Elaborado por: Equipo de trabajo.

ANEXO E. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.

Anexo E1. Pedido de análisis físico- químico y microbiológico de agua.



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

PROTOCOLO N°: 259312/2017-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 10
	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE: SEÑOR BYRON ARÉVALO / SEÑOR PAÚL REINOSO
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: SEÑOR BYRON ARÉVALO / SEÑOR PAÚL REINOSO
NOMBRE DEL PROYECTO: MONITOREO DE AGUA / PROYECTO DE TESIS
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: LATACUNGA
MUESTREO REALIZADO POR: EL CLIENTE
PROCEDIMIENTO MUESTREO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: JUNIO, 28 DEL 2017 / 12:30 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0016890
LUGAR DE ANÁLISIS: CORPLABEC S.A. / QUITO - RIGOBERTO HEREDIA OEG-157 Y HUACHI
FECHA DE ANÁLISIS: JUNIO 28 AL 17 DE JULIO DEL 2017
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 17 DE JULIO DEL 2017

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA					
	CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84
28811	Humedal Illos	Humedal Illos Parque Nacional Llanganates	28/06/2017	No reportado por el cliente	No reportado por el cliente	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE 20 05-005.
Los ítems marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

SM - Standard Methods

EPA - Environmental Protection Agency

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe"

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS.
Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ALS, este Informe no es válido.



Msc. Quím. Silvia Escobar
Coordinadora Informes ALS

Anexo E2. Análisis físico- químico y microbiológico de agua.



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

PROTOCOLO N°: 259312/2017-1.0	RU-49
	Revisión: 10
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	28811	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				Humedal Illos		
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 921 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, 3111 B	PA - 20.00	mg/l	0,56	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 - 05.00	U pH	7,69	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, 9810	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, 2540 A y 2540 C	PA - 15.00	mg/l	40,0	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:



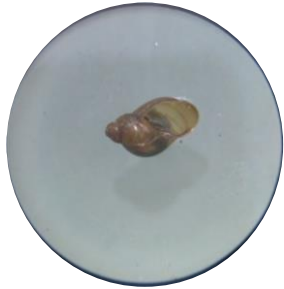
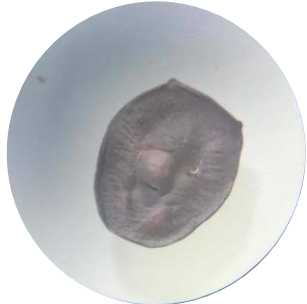
La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.






⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 3: Criterio de calidad de aguas para riego agrícola.



⁽²⁾ Criterio de resultados.

ANEXO F. DESCRIPCIÓN BIO INDICADORES.

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



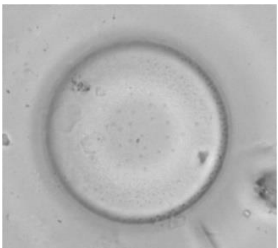
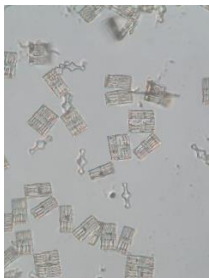
FAMILIAS	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO	FOTOGRAFÍA
<p>Orden: Amphipoda Familia: Hyalellidae Género: <i>Hyalella</i> <i>sp</i></p>	<p>Viven en aguas corrientes y remansos de quebradas, asociado a materia orgánica en descomposición, donde se forman densas poblaciones (Roldán 2003). Algunas especies son detritívoras y depredadoras de zooplancton y larvas de quironómidos (Peralta 2001).</p>	001	
<p>Orden: Veneroidea Familia: Sphaeriidae Clase: Bivalvia Género: <i>Cyanocyclas</i> <i>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>	002	
<p>Orden: Gasterópoda Familia: Lymnaeidae Clase: Gastropoda Género: <i>Lymnaea</i> <i>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>	003	
<p>Orden: Tricladida Familia: Planariidae Clase: Turbellaria Género: <i>Polycelis</i> <i>felina</i></p>	<p>Viven en aguas poco profundas, tanto corrientosas 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>	004	

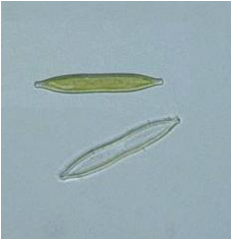
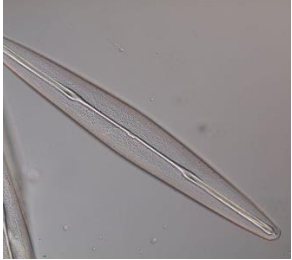
<p>Orden: Glossiphoniiformes Familia: Glossiphoniidae Clase: Hirudinea Género: <i>Dacnobdella sp</i></p>	<p>Las sanguijuelas viven por lo regular en aguas quietas o de poco movimiento, sobre troncos, plantas, rocas y residuos vegetales. Toleran baja concentración de oxígeno, por lo que es frecuente encontrarlas en gran número en lugares donde existe abundante materia orgánica (Physis, 1972).</p>	<p>005</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>007</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>008</p>	
<p>Orden: Ostracoda Familia: Cyprididae Género: <i>Candona sp</i></p>	<p>Alrededor del 60% de los géneros de la familia son endémicos de una sola región zoogeográfica. Estos atributos biológicos los adaptan previamente para formar radiaciones exitosas en estos hábitats. (Roldán, 1996).</p>	<p>009</p>	
<p>Orden: Odonata Familia: Libellulidae Género: <i>Sympretrum illotum</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>010</p>	

<p>Familia: Annelida Clase: Oligochaeta Género: <i>Turbidex</i> <i>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>	<p>011</p>	
<p>Orden: Hemiptera Familia: Mesoveliidae Género: <i>Mesovelia</i> <i>mulsant y rey</i></p>	<p>Aguas quietas y remansos con mucha vegetación; “patinadores”. Indicadores: aguas oligomesotróficas (Álvarez y Roldán, 1983).</p>	<p>012</p>	

Fuente: (Guía para el estudio de macro invertebrados acuáticos del departamento de Antioquia Roldan)

Tabla F.2. Tabla de descripción y registro fotográfico de micro invertebrados.

FAMILIAS	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO	FOTOGRAFÍA
<i>Amphora meridionalis</i>	Esta es una especie fósil aparentemente sin poblaciones existentes, género Amphora. Esta especie es indicadora de buena calidad de agua. (Lanza, 2010)	001	
<i>Nitzschia filiformis</i>	Las especies de Nitzschia, pertenecientes a varios grupos taxonómicos. Especie bentónica de agua salobre y agua dulce con alto contenido iónico. (Smith, 1998)	002	
<i>Melosira varians</i>	Común en hábitats de agua dulce, especialmente aguas eutróficas. En los ríos, a menudo forma finos filamentos marrones en las zonas marginales donde la corriente no es tan fuerte, pero estos filamentos son fácilmente eliminados durante los spates. (Smith, 1998).	003	
<i>Tabellaria flocaulosa</i>	Se encuentran ligeramente adheridos a rocas y vegetación en regiones de lagos. A menudo se desprenden y se enredan con vegetación. Es muy sensible a la contaminación. (Smith, 1998)	004	

<p><i>Nitzschia linearis</i></p>	<p>Células solitarias. Frustules isopolar, bilateralmente simétrico. Las células generalmente se encuentran en la vista de la cintura, que parecen lineales. Tolerante de la contaminación moderada. (Smith, 1998)</p>	<p>005</p>	
<p><i>Amphipleura pellucida</i></p>	<p>Válvulas lineales- lanceoladas a ligeramente rómicas con extremidades agudas y redondeadas, restringidas a los polos. Estrías. Muy sensible a la contaminación. (Smith, 1998)</p>	<p>006</p>	

Fuente: (Guía de para el estudio de diatomeas. Smith, 1998, Guía de diatomeas de la cuenca del Deuro. Lanza et al., 2010).

ANEXO G. TOLERANCIA PARA EL ÍNDICE BMWP

ANEXO G.1. Tabla de tolerancia de las familias para el índice BMWP.

FAMILIAS				PUNTO
Anomalopsychidae Atriplectididae Blephariceridae	Ptilodactylidae Chordodidae Gripopterygidae	Lampyridae Odontoceridae Perlidae	Polymitarciidae Polythoridae Psephenidae	10
Coryphoridae Ephemeridae 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)	Pseudothelphusidae Saldidae Sialidae Sphaeriidae Libellulidae	8
Ancylidae Baetidae Calopterygidae Coenagrionidae	Dicteriadidae Dixidae Glossosomatidae Hylalellidae	Hydrobiidae Hydropsychidae Leptohyphidae Lestidae	Pyralidae Simuliidae Veliidae	7
Aeshinidae Ampullriidae Caenidae Corydalidae	Dryopidae Dugesiidae 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 Cyprididae Hirudinidae	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).

ANEXO H. REGISTRO FOTOGRÁFICO.

FOTOGRAFÍA H.1. Área de estudio Humedal Illos del Parque Nacional Llanganates.



Elaborado por: Equipo de trabajo.

FOTOGRAFÍA H.2. Recorrido y recolección de datos in situ.



Elaborado por: Equipo de trabajo.

FOTOGRAFÍA H.3. Muestreo y recolección de muestras de macro invertebrados acuáticos y micro invertebrados del Humedal Illos.



Elaborado por: Equipo de trabajo.

FOTOGRAFÍA H.4. Selección, identificación y análisis de las muestras de macro invertebrados.



Elaborado por: Equipo de trabajo.

FOTOGRAFÍA H.5. Muestras de macro invertebrados recolectados de los puntos establecidos dentro del humedal.



Elaborado por: Equipo de trabajo.