



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“PROPUESTA DE UN MODELO DE MONITOREO PARA DEFINIR LA CALIDAD HÍDRICA DE ECOSISTEMAS -HUMEDALES, EN EL PARQUE NACIONAL COTOPAXI LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.”

Autores:

Caiza Gatia Edison Paul

Serrano Villegas Nancy Paulina

Tutor:

MSc. Renán Arturo Lara Landazuri

Latacunga - Ecuador

Agosto 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros **CAIZA GATIA EDISON PAUL** y **SERRANO VILLEGAS NANCY PAULINA** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“PROPUESTA DE UN MODELO DE MONITOREO PARA DEFINIR LA CALIDAD HÍDRICA DE ECOSISTEMAS -HUMEDALES, EN EL PARQUE NACIONAL COTOPAXI LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.”**, siendo el **M.Sc. RENÁN LARA**, 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.

- Caiza Gatia Edison Paul
- Serrano Villegas Nancy Paulina

CAIZA GATIA EDISON PAUL

172114928-2

SERRANO VILLEGAS NANCY PAULINA

050376541-4

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 **Caiza Gatia Edison Paul**, identificado con C.C. N°**172114928-2**, de estado civil casado y con domicilio en Quito, La Bretaña manzana 2 casa 14 y **Serrano Villegas Nancy Paulina**, identificada con C.C. N°. **050376541-4** de estado civil soltera y con domicilio en Latacunga, La brigada; a quien en lo sucesivo se denominarán **LOS CEDENTE**; 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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE Es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **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: Octubre 2010-2011

Fecha de finalización: Agosto 2017

Aprobación HCA.- Agosto, 01 del 2016

Tutor.- M.Sc. Renan Arturo Lara Landazuri

Tema: “PROPUESTA DE UN MODELO DE MONITOREO PARA DEFINIR LA CALIDAD HÍDRICA DE ECOSISTEMAS -HUMEDALES, EN EL PARQUE NACIONAL COTOPAXI LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA 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, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** 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 **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** 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 **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara 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 **LA 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 **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

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

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

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.

Edison Caiza Gatia

EL CEDENTE

Nancy Serrano Villegas

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:

“PROPUESTA DE UN MODELO DE MONITOREO PARA DEFINIR LA CALIDAD HÍDRICA DE ECOSISTEMAS -HUMEDALES, EN EL PARQUE NACIONAL COTOPAXI LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.” De Edison Paul Caiza Gatia Y Nancy Paulina Serrano Villegas de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga Agosto del 2017.

.....
MSc. RENAN ARTURO LARA LANDAZURI.

C.I.: 040048801-1

DIRECTOR DE TESIS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente por cuanto, los postulantes:

- Edison Paul Caiza Gatia
- Nancy Paulina Serrano Villegas

Con la tesis, cuyo título es: **“PROPUESTA DE UN MODELO DE MONITOREO PARA DEFINIR LA CALIDAD HÍDRICA DE ECOSISTEMAS -HUMEDALES, EN EL PARQUE NACIONAL COTOPAXI LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.”**

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, Agosto del 2017.

Para constancia firman:

LECTOR 1

DR. POLIVIO MORENO

LECTOR 2

MS.c VINICIO MOGRO

LECTOR 3

M.S.c PATRICIO CLAVIJO

AGRADECIMIENTO.

Paul Caiza y Paulina Serrano, tienen a bien agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi por habernos permitido formarnos en vuestras aulas, como profesionales y personas humanistas.

A vuestros queridos docentes Ing. Renán Lara, Dr. Polivio Moreno e Ing. Eduardo Cajas por haber compartido sus sabios conocimientos, por sus exigencias y sus consejos para poder enfrentarnos al mundo que nos espera y por siempre tener las palabras justas y adecuadas para motivaros a salir adelante, por ser más que docentes unos grandes amigos.

A nuestros queridos amigos por las horas compartidas, el apoyo mutuo, los momentos de risas y alegrías, momento inolvidable sin duda alguna fue la mejor etapa de nuestras vidas y el mejor recuerdo de una verdadera amistad.

Hoy nos despedimos de las aulas para iniciar una nueva etapa de nuestra vida. La experiencia vivida en estos años nos llena de entusiasmo para seguir fuera del mismo, ya que aquí hemos comprendido el verdadero significado de la amistad, la unión, la solidaridad, la alegría y la confianza.

EDISON P. CAIZA G.

NANCY P. SERRANO V.

DEDICATORIA

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento dedicar mi trabajo de grado con todo el amor del mundo a Dios y a la Vida por haberme guiado por el camino del bien y por hacerme fuerte en los momentos más difíciles de mi vida.

A la motivación más grande en la vida Maikel y Danny que son la exaltación para superarme día a día, por los hermosos momentos de felicidad, llanto y emociones que siempre han causado en mí.

Todos mis triunfos se los dedico con mucho amor.

PAULINA SERRANO

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres Cristóbal y Nardelia 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 poder llegar a una de mis metas.

A mis hijos que han sido mi motor que me impulsa a seguir adelante superándome día a día.

Y a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades.

EDISON P. CAIZA G.

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

TEMA “PROPUESTA DE UN MODELO DE MONITOREO PARA DEFINIR LA CALIDAD HÍDRICA DE ECOSISTEMAS -HUMEDALES, EN EL PARQUE NACIONAL COTOPAXI LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.”

Autor/es: Edison Paul Caiza Gatia

Nancy Paulina Serrano Villegas

RESUMEN.

El trabajo de investigación se ha realizado con la aplicación de diferentes metodologías y técnicas de investigación siendo los primordiales la investigación Descriptiva e investigación cualitativa como herramientas fundamentales, debido a que mediante la misma se logró interpretar los resultados ,la investigación de campo indispensable para la toma de muestras y el levantamiento de información básica del área en estudio; siendo esenciales cada uno de los métodos y técnicas aplicadas para el diagnóstico de la calidad hídrica de los humedales de la Laguna Limpiopungo Parque Nacional Cotopaxi, presentándose como los ecosistemas más productivos y beneficiosos del planeta, además de estar entre los más amenazados por las actividades humanas.

En los humedales, el agua y la tierra se encuentran para crear el hogar de infinidad de especies de flora y fauna, y para albergar y mantener algunos de los bienes y servicios ambientales necesarios para la supervivencia y el desarrollo sostenible de las personas. Basta decir que los humedales son el origen del 99% del agua que consumimos los humanos en el planeta.

Palabras claves: humedales, monitoreo, ecosistemas, desecación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES
CAREER OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING.

Authors: Edison Paul Caiza Gatia

Nancy Paulina Serrano Villegas.

ABSTRACT.

The research work has been carried out with the application of different methodologies and research techniques being the primordial descriptive research and qualitative research with fundamental tools, because through it was able to interpret the results, field research indispensable for making Samples and the collection of basic information of the area under study; Being essential each of the methods and techniques applied for the diagnosis of the water quality of the wetlands of the lake Limpiopungo National Park Cotopaxi, presenting itself as the most productive and beneficial ecosystems of the planet, besides being among the most threatened by human activities .

In wetlands, water and land are found to create the home of endless species of flora and fauna, and to harbor and maintain some of the environmental goods and services necessary for the survival and sustainable development of people. Stop it to say that wetlands are the beginning of 99% of the water that humans consume on the planet.

Keywords: Wetlands, monitoring, ecosystems, desiccation.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
RESUMEN.....	xi
ÍNDICE.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.	19
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	20
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	20
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.	21
4.1 Beneficiarios Directos.	21
Entidades Gubernamentales.....	21
4.2 Beneficiarios Indirectos.	21
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	22
6. OBJETIVOS:.....	24
6.1 General.....	24
6.2 Específicos.	24
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	25
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO.....	28
8.1. EL AGUA.....	28
8.1.1 CALIDAD DEL AGUA.	29
8.1.2 IMPORTANCIA DEL AGUA.	30
8.1.3 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DEL AGUA.	31
8.1.3.1 Características físicas del agua.	31
a) Sólidos Totales en Suspensión y Disueltos.....	31
b) Color.....	32
c) Turbiedad.....	32

d)	Olor y sabor.....	32
e)	Temperatura.....	32
8.1.3.2	Características Químicas del Agua.....	32
a)	Cationes y Aniones.....	33
b)	La alcalinidad del agua.....	33
c)	El bióxido de carbono.....	33
d)	Nitratos y nitritos.....	34
8.1.3.3	Características Biológicas del Agua.....	34
8.1.3.4	Características Microbiológicas del Agua.....	34
a)	Coliformes Totales.....	34
b.	Coliformes Fecales.....	35
8.1.4	CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	36
8.2	LAGUNA LIMPIOPUNGO.....	37
8.2.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	39
8.3	HUMEDALES.....	40
8.3.1	Diversidad de Humedales.....	41
8.3.2	Los humedales características.....	41
8.3.3	Tipos de Humedales.....	41
8.3.4	Características Físicas.....	42
8.4	DEFINICIÓN Y TIPOS DE MONITOREO EN HUMEDALES.....	42
8.5	ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL MONITOREO PARA LA CALIDAD HÍDRICA DE UN ECOSISTEMA HUMEDAL.....	45
8.6	MODELOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD HIDRICA.....	46
8.6.1	MODELO EPD-RIV1.....	46
8.6.2	MODELO WASP.....	46
8.6.3	MODELO AUTODEPURACIÓN.....	47
8.6.4	BALANCE DE MASAS DE LA DBO.....	47
8.6.5	MODELO DE OXÍGENO DISUELTO (OD).....	48
8.7	INDICE DE CALIDAD HIDRICA.....	48
8.7.1	ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA IDAHO.....	49
8.7.2	Ventajas de un ICA.....	49
8.7.3	Parámetros seleccionados en ICA.....	50
8.8	ESTADOS TRÓFICOS DEL AGUA.....	50
8.9	LIMITES PERMISIBLES DEL AGUA.....	51
8.10	MARCO LEGAL.....	51

8.10.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008.....	51
8.10.2	Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, codificación 20....	52
8.11	LEY DE AGUAS.	53
8.11.1	De la Conservación y contaminación de las aguas.....	53
8.12	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.	53
8.12.1	Investigación Descriptiva.....	54
8.12.2	Investigación Cualitativa.	54
8.12.3	Investigación Documental.....	54
8.12.4	Investigación de Campo.....	54
8.13	MÉTODOS Y TÉCNICAS APLICADAS.	55
8.13.1	Método Descriptivo.	55
8.13.2	Método Analítico.	55
8.13.3	Método Científico.	55
8.13.4	Método de Campo.	55
8.13.5	Método Deductivo.	55
8.14	TÉCNICAS.....	56
8.14.1	Observación directa.....	56
8.14.2	Lectura comprensiva.	56
8.15	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.	56
8.16	MATERIALES E INSTRUMENTOS:.....	57
9.	HIPOTESIS:.....	57
9.1	Hipótesis Alternativa.	57
10.	METODOLOGÍA.	57
10.1	ÀREA DE ESTUDIO.....	57
10.2	MAPA DE UBICACIÓN.	59
11.	DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	59
11.1	RESULTADO DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.	60
11.2	CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA.....	65
12.	IMPACTOS (ECONÓMICOS, SOCIALES, AMBIENTALES).....	65
a.	Impactos económicos.....	65
b.	Impactos sociales.	65
c.	Impactos ambientales.	65
d.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	66
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67

13.1	CONCLUSIONES.....	67
13.2	RECOMENDACIONES.....	68
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
15.	ANEXOS.....	71
15.1	AVAL DE TRADUCCION.....	71
15.2	CURRICULUM TUTOR.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Beneficiarios Indirectos.....	21
Tabla 2:	Actividades en relación a los objetivos planteados.....	25
Tabla 3:	Flora endémica de la Laguna Limpiopungo.....	38
Tabla 4:	Fauna de la Laguna Limpiopungo.....	39
Tabla 5:	Ubicación del proyecto.....	39
Tabla 6:	Tipos de monitoreo de humedales.....	43
Tabla 7:	Tipos de monitoreo de calidad hídrica.....	44
Tabla 8:	Parámetros del ICA.....	50
Tabla 9:	Clasificación trófica en lagos.....	51
Tabla 10:	clasificacion trófica en lagos en función de la concentración de fósforo total (Chapra 1997).....	51
Tabla 11:	Ubicación.....	57
Tabla 12:	Datos Punto 1.....	60
Tabla 13:	Resultados Punto 1.....	60
Tabla 14:	Datos Punto 2.....	61
Tabla 15:	Resultados Punto 2.....	61
Tabla 16:	Datos Punto 3.....	62
Tabla 17:	Resultados Punto 3.....	62
Tabla 18:	PROMEDIO DE LAS MUESTRAS.....	63
Tabla 19:	Presupuesto del proyecto.....	66
Tabla 20:	Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.....	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Elementos de un monitoreo.....	45
Gráfico 2: Mapa del área en estudio.....	59

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 <i>Área de estudio LAGUNA LIMPIOPUNGO PARQUE NACIONAL COTOPAXI:</i>	77
Fotografía 2 <i>Toma de muestra simple punto 1:</i>	77
Fotografía 3 <i>Toma de muestra simple punto 2:</i>	77
Fotografía 4 <i>Toma de muestra compuesta punto 3:</i>	77
Fotografía 5 <i>Medición de pH:</i>	78
Fotografía 6 <i>Medición de temperatura :</i>	78
Fotografía 7 FLORA ENDEMICA:	78
Fotografía 8 Musgo:	78
Fotografía 9 Chocho:	79
Fotografía 10 Romerillo de páramo:	79
Fotografía 11 Algas :	79
Fotografía 12 Chuquiragua:	79

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

Propuesta de un modelo de monitoreo para definir la Calidad Hídrica de ecosistemas - humedales, en el Parque Nacional Cotopaxi Laguna de Limpiopungo.

Fecha de inicio: Octubre del 2016

Fecha de finalización: Agosto del 2017

Lugar de ejecución: Laguna Limpiopungo del Parque Nacional de Cotopaxi, zona 3

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería de Medio Ambiente.

Equipo de Trabajo:

Caiza Gatia Edison Paul (Investigador)

Serrano Villegas Nancy Paulina (Investigador)

M.Sc. Renán Lara (Tutor de Titulación).

Lectores.

Dr. Polivio Moreno

M.S.c. Vinicio Mogro.

M.S.c. Patricio Clavijo

Área de Conocimiento:

Ciencia.

Línea de investigación:

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Aprovechamiento y conservación de los recursos naturales (Recurso Hídrico)

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto de investigación está orientado al diseño de un modelo de monitoreo para definir la calidad hídrica de ecosistemas - humedales en la laguna de Limpiopungo del parque Nacional Cotopaxi, Ubicada al Nor-Occidente del volcán Cotopaxi, a 3800 m.s.n.m.

Para el desarrollo de este trabajo se recolecto toda la información sobre la laguna de Limpiopungo, seguidamente con las visitas de campo correspondientes se tomarán los datos necesarios con análisis de laboratorio para fundamentar la investigación: parámetros físico-químicos, los Índices de calidad hídrica como bio-indicadores, DBO₅, DQO, temperatura, pH, conductividad eléctrica, existencia de vida acuática, flora y, fauna. Una vez culminadas dichas actividades, se ejecutara la construcción del modelo de monitoreo, cuya aplicación servirá como una base para las entidades que rigen el sector y la calidad hídrica (SENAGUA, MAE, Ministerio de Turismo, GAD Provincial de Cotopaxi).

Con la implementación de este proyecto, los beneficiarios directos son las organizaciones Gubernamentales y la comunidad Cotopaxense. A su vez asumirá un impacto socio-ambiental positivo, ya que al finalizar la investigación se contó con un modelo para realizar monitoreos constantes del ciclo hidrológico de la Laguna de Limpiopungo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Debido al incremento de áreas eco sistémicas intervenidas por influencia de actividades de carácter antrópico y a la pérdida del equilibrio ecológico existente en el ecosistema páramo del parque Nacional Cotopaxi se evaluó la calidad hídrica de la laguna Limpiopungo, cuya finalidad radico en analizar sistemáticamente sus indicadores para la determinación de la calidad hídrica de los ecosistemas humedales.

La información generada es un aporte de gran relevancia para la conservación de las especies endémicas que desarrollan su hábitat con el recurso hídrico de la laguna, a su vez, las

autoridades gubernamentales de la provincia de Cotopaxi, podrán generar acciones futuras encaminadas a resolver problemas ambientales, tales como la dificultad de la recarga hídrica.

De los impactos antes mencionados, se destaca la disminución de la capacidad hídrica al ser notable la creciente reducción de la dotación de agua para el cantón.

“Se estima que para el año 2020 se reduzca a 57,48 lt/persona/día y para el 2030 a 46,23 lt/persona/día” (TELEGRAFO, 2016)

Esto hace urgente la necesidad de definir acuerdos y políticas para proteger los páramos, vegetación y los humedales existentes en el cantón.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

4.1 Beneficiarios Directos.

Entidades Gubernamentales.

- SENAGUA
- MINISTERIO DEL AMBIENTE
- CONSEJO PROVINCIAL
- MINISTERIO DE TURISMO
- GAD PROVINCIAL

4.2 Beneficiarios Indirectos.

Tabla 1: Beneficiarios Indirectos.

	HOMBRES	MUJERES
Población de Cotopaxi	82.301	88.188
	TOTAL: 170.489	

Elaborado por: Caiza P.-Serrano P.

Fuente: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

En la provincia de Cotopaxi los Humedales están clasificados como páramo inferior o zona de pajonal entre 3200 y 4000 m.s.n.m., el páramo medio entre 4000 y 4500 m.s.n.m., páramo superior sobre los 4500 m.s.n.m., dentro de la clasificación ecológica encontramos los tres subsistemas como son: páramo herbáceo de almohadillas, páramo herbáceo de pajonal y almohadillas, páramo seco. En la provincia de Cotopaxi la falta de conocimientos, conciencia y abandono de los ecosistemas de humedales del páramo, tiene incidencia directa en la destrucción de ellos a pesar de que estos humedales tienen la capacidad para retener agua, por lo que se convierten en reguladores del régimen hídrico, especialmente, los humedales altos andinos. (PROYECTO PÁRAMO, 2008).

El prototipo surge de la idea de conservar y proveer una propuesta de diseño de monitoreo que permita determinar la calidad del recurso hídrico en la laguna Limpiopungo del Parque Nacional Cotopaxi, como ente regulador del ciclo hidrológico. La falta de un modelo de monitoreo que permitirá la determinación de la calidad hídrica en los ecosistemas humedales.

La Convención de RAMSAR único convenio mundial dedicado a impulsar la conservación de estos ecosistemas específicos y su biodiversidad los ha definido con los términos más amplios posibles, rescatándose. "como las 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, saladas o salobres, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" Poco reconocidos y desaprovechados hasta hace algunas décadas, a los Humedales se los consideraba solo como apostadero de aves en tránsito o migratorias, hoy cobra relevancia al comprenderse su dinámica. Pero muchos de estos sistemas colapsan o se degradan como resultado de la deforestación, erosión o pérdida de suelos. (Silva, 2002).

Los humedales son un recurso de gran valor socioeconómico, cultural y científico, y su pérdida sería irreparable con lo cual se requiere fomentar la sensibilización de las personas acerca de la interdependencia del agua y los humedales.

El acceso a un abastecimiento adecuado de agua limpia es un requisito básico para la supervivencia de los seres humanos. Subestimamos permanentemente la función de los humedales como elementos básicos del manejo del agua dentro del proceso de suministro y regulación del que depende la humanidad. Los efectos de los cambios en el uso de la tierra, la desviación de aguas y el desarrollo de infraestructuras siguen conduciendo a la degradación y la pérdida de dichos ecosistemas. Sin un manejo adecuado de los humedales no puede haber agua de calidad y cantidad adecuada en el lugar y el momento en que se necesite. (HERNANDEZ, 2011)

Todos somos interventores para la obtención del manejo adecuado del agua, y no solo las empresas de abastecimiento o los organismos gubernamentales de reglamentación.

La constitución. En el Art 405 manifiesta "el sistema de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y mantenimiento de las funciones ecológica" y el Art 406 acota que "El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, paramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

6. OBJETIVOS:

6.1 General.

- ✚ Diseñar un modelo de monitoreo que permita la evaluación de la Calidad Hídrica de los ecosistemas - Humedales en la Laguna de Limpiopungo, mediante indicadores.

6.2 Específicos.

- ✚ Realizar el monitoreo de agua en la Laguna de Limpiopungo para la verificación de la calidad hídrica del humedal.
- ✚ Elaborar el Modelo Experimental para determinar la Calidad Hídrica de Humedales en la Laguna Limpiopungo.
- ✚ Validar el modelo Experimental para utilizarlo en la determinación de la Calidad Hídrica de Humedales.

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

Tabla 2: Actividades en relación a los objetivos planteados.

Objetivos.	Actividades	Descripción	Equipos y Materiales
Caracterizar el área de estudio Hídrico de los ecosistemas Humedales en la Laguna de Limpiopungo.	<p>Reconocimiento del área de estudio.</p> <p>Georreferenciación de los puntos en los que fueron tomadas las muestras.</p> <p>Aplicación de técnicas de recolección de muestras.</p>	<p>Recorrido del área a estudiar mediante visitas de campo.</p> <p>Se realizó una georreferenciación del sitio de estudio, tomamos en cuenta una distancia desde la orilla de la Laguna hasta adentro unos 10 m. Tomaremos 3 muestras formando un triángulo separados entre ellos 10 m cada uno.</p> <p>La recolección de las muestras de agua tienen su respectivo</p>	<p>EQUIPOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. GPS 2. Cámara fotográfica. <p>MATERIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Libreta de campo 2. Esferos 3. Lápiz 4. Botas de caucho

	Observación directa de la flora y fauna del lugar.	<p>procedimiento, esto se da con la utilización de una botella esterilizada realizando un triple lavado.</p> <p>En las visitas de campo se observó diversidad de flora y fauna de las cuales se harán el reconocimiento respectivo.</p>	
Elaborar el Modelo Experimental para determinar la Calidad Hídrica de Humedales en la Laguna Limpiopungo.	<p>Análisis de laboratorio con los parámetros de cada uno de los modelos experimentales que determinan la calidad del agua.</p> <p>Comparación de cada uno de los</p>	<p>Para tomar en cuenta la utilidad de realizar un modelo experimental que determine la calidad del agua se realizó análisis de laboratorio, mediante esto se obtuvo los respectivos resultados de los parámetros analizados.</p> <p>Se investigó en diferentes sitios web y libros los</p>	<p>EQUIPOS</p> <p>1. Computadora</p> <p>MATERIALES</p> <p>1. Cooler</p> <p>2. Etiquetas</p> <p>3. Guantes</p> <p>4. Botas</p> <p>5. Envases PET</p>

	<p>análisis respectivos en tablas.</p> <p>Recopilación de modelos experimentales que determinen la calidad hídrica, teniendo como datos los resultados de los análisis de laboratorio y crear un modelo experimental que sea viable para la conservación del humedal.</p>	<p>límites permisibles de cada uno de los parámetros que se analizaron en el laboratorio.</p> <p>Mediante los modelos WASP, EPD-RIV1 e ICA se procedió a diseñar el modelo.</p>	
<p>Validar el modelo Experimental para utilizarlo en la determinación de la Calidad Hídrica de Humedales.</p>	<p>Trabajo de campo.</p>	<p>Ejercicios matemáticos</p> <p>Aplicación del modelo</p> <p>Diseño de propuesta.</p>	<p>EQUIPOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Computadora 2. Calculadoras <p>MATERIALES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fórmulas

Elaborado por: Caiza P.-Serrano P.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO.

8.1. EL AGUA.

Según CEDEÑO (2002)

“El agua es una sustancia abiótica de la naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta”.

La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinara la forma en que encontramos el agua en nuestro hábitat; como líquidos, en lluvias, ríos, y océanos. Gran parte del agua de nuestro planeta corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en un 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves externas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0.7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

Al agua se la reconoce tres funciones fundamentales:

- La social
- La ambiental
- La económica.

La principal función social del agua es la vital para los humanos, nuestra alimentación e higiene. Esta función no genera plusvalías económicas para quien la utiliza. Por el contrario, este uso del agua es un derecho que deberíamos tener todos los ciudadanos y debería ser garantizado por los poderes públicos al mismo nivel que la salud y la educación.

Las funciones ambientales, cubren aspectos tan distintos como la evacuación de residuos, la conservación de la calidad del agua, el mantenimiento de los ecosistemas y el paisaje asociados al agua. Esta función tampoco genera plusvalías directamente pero es fundamental para mantener de forma sustentable el ciclo del agua en calidad y cantidad para los diversos usos. Esta función también debería ser garantizada por los poderes públicos. (FAO, 2009)

La tercera función, la económica, a diferencia de las dos anteriores produce plusvalías a sus usuarios y por tanto resulta lógico que el agua con estas funciones se gestione con criterios de rentabilidad económica, aplicando las leyes del mercado y los modernos instrumentos de la economía (López & Vera, F. 2001).

El agua es el medio donde se promueven la mayor parte de las reacciones biológicas (procesos fisiológicos). Por esta razón todas las especies biológicas dependen del agua para su persistencia.

El agua es de gran utilidad para los seres humanos en otras áreas que inciden en su vida como son: usos domésticos, en la industria, generación de energía eléctrica, medio de transporte y actividades recreativas.

8.1.1 CALIDAD DEL AGUA.

Para medir los estándares de calidad del agua residual tratada a un cuerpo de agua dulce nos basamos en estándares de calidad y ambiental del Agua (ECA-Agua) y los Límites Máximos Permisibles (LMP), constituyéndose uno de los principales objetivos quienes se encuentran determinados por el Ministerio de Ambiente según decreto N° 002 2008 MINAM.

Entre las categorías para determinar la calidad del agua y según el autor Sevilla Juan Carlos tenemos:

Categoría 1: Poblacional y recreacional.

- Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
 - a) aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
 - b) aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
 - c) aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.
- Aguas superficiales destinadas a la recreación
 - d) contacto primario.
 - e) contacto secundario.

Categoría 2: Actividades marino-costeras

- Extracción y cultivo de moluscos bivalvos.
- Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

- Riego de vegetales
 - f) Riego de vegetales de tallo bajo
 - g) Riego de vegetales de tallo alto
- Bebida de animales

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

- Lagunas y lagos
- Ríos (costa y sierra, selva)
- Ecosistemas marino-costeros

(Sevilla, 2005)

8.1.2 IMPORTANCIA DEL AGUA.

Según PRIETO Carlos (2004).-

“El agua constituye un elemento imprescindible para la vida. La mayor parte de los organismos de Tierra tienen en su composición agua en mayor o menor proporción”.

La importancia del agua también radica en nuestro organismo ya que está formado principalmente de agua alcanzando una proporción del 60%. Sin el líquido vital el organismo humano se deteriora rápidamente, en proceso llamado deshidratación que conduce, si no se ingiere este líquido, a la muerte.

8.1.3 CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DEL AGUA.

Según la norma NGO 29001 de COGUANOR. “**La calidad del agua se define de acuerdo al uso que vaya a procurar**”.

Estas sustancias se identifican con frecuencia, como impurezas que contienen el agua. En la evaluación de la calidad del agua, generalmente las impurezas se clasifican como físicas, químicas y biológicas.

Las bacterias que son impurezas coloidales no iónicas y no disueltas, se considerarían como una característica biológicas con respecto a la calidad del agua.

En donde el agua va a utilizarse para abastecimiento público, las impurezas físicas, químicas y biológicas que pueda contener, también se designan como sustancias contaminantes.

8.1.3.1 Características físicas del agua.

Según la norma NGO 29001 de COGUANOR.- “Las características físicas del agua son las que más impresionan al consumidor, sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario”.

a) Sólidos Totales en Suspensión y Disueltos.

Los sólidos totales se determinan por evaporación de la muestra, y pasaje del residuo seco. Los sólidos en suspensión se encuentran por filtración de una muestra de agua. La diferencia entre sólidos totales y sólidos en suspensión representa a los sólidos disueltos.

La información sobre los sólidos totales en suspensión, se utiliza para el diseño de instalaciones para tratamientos de agua. La concentración de sólidos disueltos totales en conjunto con un análisis químico detallado, se utiliza para valorar la aprovechabilidad de diversas fuentes de agua, para usos alternos como industriales y agrícolas.

b) Color.

Es la impresión ocular producida por las materias del agua. El color verdadero depende de las sustancias minerales disueltas, especialmente sales de hierro y manganeso y materiales coloidales de naturaleza orgánica.

El agua debe ser incolora, a pesar de que en grandes masas toma una coloración azulada.

c) Turbiedad.

Se debe esencialmente a las materias en suspensión, tales como arcilla y otras sustancias inorgánicas finalmente divididas.

Se eliminan la turbiedad mediante tratamientos especiales, coagulación, sedimentación y filtración.

d) Olor y sabor.

Olor es la impresión producida en el olfato por las materias volátiles contenidas en el agua. Sabor es la sensación gustativa que producen las materias contenidas en el agua.

e) Temperatura.

La temperatura del agua en verano debe ser inferior a la temperatura ambiente, y en invierno debe ocurrir lo contrario. Se estima que una temperatura del agua entre 5° y 15° Celsius es agradable al paladar.

(Obregon, 2010)

8.1.3.2 Características Químicas del Agua.

Según la norma NGO 29001 de COGUANOR.

“Las pruebas comunes usadas para caracterizar la calidad química del agua, las utilizadas para evaluar la aprovechabilidad del agua para su utilización como un abastecimiento público”.

a) Cationes y Aniones.

Los principales encontrados en muchas aguas en todo el mundo. La distribución de especies o tipos específicos, dependerá de la fuente de agua.

Cuando un análisis químico de una muestra de agua esta correcta, la suma de los cationes y aniones expresada en termino de equivalentes o mili equivalentes por litros, debe ser la misma para satisfacer el principio del electro neutralidad, esta regla puede usarse para verificar la exactitud del análisis y para determinar si pueden estar presentes constituyentes que no hayan sido identificados.

b) La alcalinidad del agua.

Es una medida de su capacidad para neutralizar a los ácidos. En las aguas naturales, la alcalinidad está relacionado con el bicarbonato, el carbonato y con la concentración de hidróxido. La alcalinidad total usualmente se expresa en términos equivalentes de carbonato de calcio en miligramos por litro. La acidez se expresa en términos de la cantidad de carbonato de calcio que se necesita para neutralizar el agua.

c) El bióxido de carbono.

Es uno de los gases menores presentes en la atmósfera y es un producto terminal de la descomposición biológica de carácter anaerobio.

El agua de lluvia y muchos abastecimientos o fuentes de agua superficiales contienen cantidades pequeñas de bióxido de carbono pero el agua del subsuelo puede contener cantidades significativas, productos de la descomposición biológica de la materia orgánica.

La presencia de bióxido de carbono, es significativa porque afecta al pH del agua, es corrosiva para muchos sistemas de tubería y afecta a la dosificación que se necesita fijar, cuando se hace el tratamiento químico al agua.

d) Nitratos y nitritos.

Los nitratos y los nitritos son iones presentes en la naturaleza intercambiables entre ambos a través de un gran número de reacciones químicas y biológicas.

Los nitritos (NO₂) y nitratos (NO₃) se expresan, por lo general, en términos de nitrógeno oxidado total (NO_x). En las aguas superficiales y subterráneas, las concentraciones ascienden lo general a unos cuantos mg/l.

En particular, en aguas subterráneas, su concentración se ha incrementado como resultado de la lixiviación de los fertilizantes que emplean nitrato de amonio. Los nitratos son reducidos a nitritos por la ausencia de oxígeno. Esta reacción puede llevarse a cabo de una manera parcial o completa.

Las aguas que contienen una elevada cantidad de nitratos son potencialmente dañinas debido a su reducción en nitrito el cual bloquea la hemoglobina y produce metahemoglobina.

8.1.3.3 Características Biológicas del Agua.

Según la norma NGO 29001 de COGUANOR.

“Los microorganismos comunes están presentes en aguas superficiales, pero en general están ausentes en muchas aguas del subsuelo (como los sólidos en suspensión) debido a la acción filtrante del acuífero”.

Tipos de microorganismos que pueden ser encontrados en el agua actualmente son los microorganismos más comunes son las bacterias.

(Ancízar, 2015)

8.1.3.4 Características Microbiológicas del Agua.

a) Coliformes Totales.

Los coliformes totales son ampliamente utilizados a nivel mundial como indicadores de potabilidad por ser fáciles de detectar y cuantificar. El término abarca bacterias de tipo bacilos

2, Gram negativas que crecen en presencia de sales biliares o de otros compuestos con propiedades similares de inhibición y que fermentan lactosa a 35 37°C produciendo ácido, gas y aldehído en un plazo de entre 24 y 48 horas. Esta definición aplica aun cuando en la práctica ha sido modificada parcialmente por el empleo de técnicas más modernas de detección.

La prueba detecta tanto especies de agua contaminada como otras abundantes en la naturaleza que se multiplican fácilmente en agua de buena calidad, por lo que en realidad no sirve como indicador definitivo de un agua inapropiada para consumo ni de patógenos. Así mismo, los coliformes totales sirven para establecer si una agua ha sido adecuadamente potabilizada si arroja resultados negativos a la salida de una planta, de la misma forma que los coliformes fecales lo pueden hacer.

b. Coliformes Fecales.

Los coliformes fecales son todos los bacilos cortos que difieren del grupo coliforme total por su capacidad para crecer a una temperatura de entre 44 y 45 °C. Abarca los géneros *Escherichia* y parte de algunas especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. De ellos, sólo *E. Coli* es específicamente de origen fecal y se encuentra siempre presente en las heces de humanos, otros mamíferos y gran número de aves.

Los coliformes fecales no se encuentran en aguas y suelos que no han estado sujetos a contaminación fecal. Por ello desde el punto de vista de la salud, el grupo coliforme fecal es mucho más útil que el total, pues se relaciona con la probabilidad de encontrar patógenos excretados. Las ventajas de este grupo como indicador son:

- a) El 95 % dan una respuesta positiva a la prueba de temperatura.
- b) Pueden estar ausentes, si la contaminación no es de origen fecal.
- c) Sobreviven menos tiempo en la naturaleza que los totales por lo que permiten suponer contaminación reciente si se encuentran en altas concentraciones.
- d) Los procedimientos de laboratorio para su cuantificación son relativamente sencillos. Sin embargo, algunas cepas dan respuesta negativa a la prueba de temperatura en el laboratorio.

- e) Tienen la capacidad de reproducirse en aguas ricas en nutrientes, en sedimentos y aún en aguas poco contaminadas; algunas cepas de *Escherichia coli* sobreviven menos tiempo.

(Ancízar, 2015)

8.1.4 CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

El hombre debe disponer de agua natural y limpia para proteger su salud. El agua se considera contaminada cuando su composición o estado no reúne las condiciones requeridas para los usos a los que se hubiera destinado en su estado natural.

La contaminación hídrica o la contaminación del agua es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales.

Aunque la contaminación de las aguas puede provenir de fuentes naturales, como la ceniza de un volcán, la mayor parte de la contaminación actual proviene de actividades humanas.

El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos, muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas. Las aguas superficiales son en general más vulnerables a la contaminación de origen antrópico que las aguas subterráneas, por su exposición directa a la actividad humana.

Por otra parte, una fuente superficial puede restaurarse más rápidamente que una fuente subterránea a través de ciclos de escorrentía estacionales. Los efectos sobre la calidad serán distintos para lagos y embalses que para ríos, y diferentes para acuíferos de roca o arena y grava de arena de patos. La presencia de contaminación genera lo que se denominan “ecosistemas forzados”, es decir ecosistemas alterados por agentes externos, desviados de la situación de equilibrio previa obligados a modificar su funcionamiento para minimizar la tensión a la que se ven sometidos. (Esther, 2016)

8.2 LAGUNA LIMPIOPUNGO.

La laguna de Limpiopungo es seguramente uno de los lugares más visitados y fotografiados del Parque Nacional Cotopaxi. La laguna es un lugar de muy fácil acceso y sus formas y el reflejo del volcán Cotopaxi hacen de él un lugar ideal para fotografiar paisajes.

La laguna de Limpiopungo es un lugar destinado al turismo naturalista directo, en el lugar es posible realizar caminatas y disfrutar de la flora y fauna asociada; pero los cauces naturales han sido alterados, lo que le llevaría a la laguna a disminuir su caudal; el mismo que se ha mantenido gracias a la lluvia.

Desde la Laguna es posible observar las huellas que han dejado las antiguas erupciones volcánicas del majestuoso Cotopaxi; misma actividad que ha dado lugar a la formación de la Laguna de Limpiopungo. (Ecuador, 2012)

Origen.

Es el resultado morfológico de los lahares del Cotopaxi; es decir que se ha formado por el derretimiento súbito del casquete de hielo y nieve, al ponerse en contacto con flujos piroplásticos y/o lavas.

Ubicación.

Se encuentra ubicada a 20 km de la ciudad de Latacunga y a 8 km de la población de San Juan de Pastocalle.

Extensión.

Aproximadamente la laguna de Limpiopungo tiene 20 hectáreas; Esta laguna está en peligro de desaparecer debido a la desviación de sus fuentes hídricas de alimentación para labores de riego;

esto ha ocasionado el rápido crecimiento del pantano cubierto con totoras que rodea buena parte de su orilla.

Clima.

Cuenta con una temperatura promedio de 8 a 10 °C.

Calidad del agua.

La Laguna es mesotrófica, razón por la cual su agua es un tanto turbia; en la parte más céntrica todavía conserva una tonalidad azul.

Flora.

Las riberas de la laguna de Limpiopungo están formadas por vegetación arbustiva y herbácea que dan vida al centro turístico.

Tabla 3: Flora endémica de la Laguna Limpiopungo.

Especies	
Nombre vulgar	Nombre científico
Romerillo de páramo	Hypericum spp.
Chuquiragua	Chuquiragua jussieui
Líquenes	Xanthoria parietina
Totorilla	Cyperus odoratus L
Almohadillas	Silene acaulis

Elaborado por: Caiza P.-Serrano P.

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Cotopaxi.pdf>

Tabla 4: Fauna de la Laguna Limpiopungo.

Especies.	
Avefría Andina	Vanellus resplendens
Focha Andina	Fulica ardesiaca
Curiquingue	Phalacrocorax carunculatus
Gaviota Andina	Larus serranus
Cerceta andina	Anas andium

Elaborado por: Caiza P.-Serrano P.

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Cotopaxi.pdf>

8.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Tabla 5: Ubicación del proyecto.

LAGUNA DE LIMPIOPUNGO PARQUE NACIONAL COTOPAXI			
Localización.	Provincia: Cotopaxi Cantón: Latacunga Parroquia: Mulaló	LONGITUD	-78.49223 WGS 84
		LATITUD	-0.64203 WGS84
		ALTITUD	3850 m.s.n.m.
		TEMPERATURA	MIN: 8°C
Vía de acceso.	PRIMARIA	Carretera panamericana dirección sur (Latacunga) hasta la entrada de El Chasqui del Parque Nacional Cotopaxi.	

Elaborado por: Caiza P.-Serrano P.

Fuente: <http://www.ec.viajandox.com/latacunga/laguna-de-limpiopungo-A361>

8.3 HUMEDALES.

(Ramsar, 2012).-Los humedales son ecosistemas de alta productividad ya que a través del vínculo que tiene el agua con la tierra logra desatar un continuo aporte de nutrientes depositados en el fondo o diluidos en el agua.

Los humedales son extensiones de pantanos de aguas de régimen natural o artificial permanente o temporal, suspendido o corriente, dulce, salobre o salado, incluyendo las extensiones de aguas marinas.

(Barbier *et al.*, 1997) Expresa que.-Los humedales son ecosistemas que intermedio de esto se aglomera el agua y el suelo, estos son ambientes permanentes con vegetación la cual debe ser adaptadas al agua, plantas que vivan flotando o en caso contrario inundadas en su totalidad para que un ecosistema sea determinado con el nombre de humedal debe sujetar la presencia de humedad, es decir de una fuente de agua vertientes subterráneas, un río o lluvia y suelos que mantengan o acumulen el agua, humedad y vegetación que puedan retener la saturación.

Ecuador posee una gran diversidad de paisajes y ecosistemas de humedales, puesto que estos son muy diversos partiendo desde los pantanos hasta los ecosistemas de manglar en la Costa, se los reconoce por su importancia como reguladores del régimen hídrico y por su gran oferta ambiental. Preexiste un repertorio nombrado como “Inventario Nacional de Humedales” en el cual señala que más del 40 % de humedales están en deterioro producto de un manejo idóneo e irresponsable. Es por ello que se aprobó y firmo la ley de convención sobre los humedales RAMSAR en 1971, esta tiene como objetivo la protección, conservación y el uso sustentable de los humedales a nivel mundial.

8.3.1 Diversidad de Humedales.

Para poder estudiar los humedales, la convención de Ramsar realizó una categorización de estos siendo la deducción de 30 humedales naturales y 9 artificiales, y los agrupa en una clasificación suficiente amplia como son los humedales de agua salada, agua dulce y artificiales o marino costeros, continentales y artificiales. (Bosco, 2005)

Por su parte (Mestanza, Jacome Felipe, 2009) menciona que Potencialmente existe una simbolización que divide a los humedales en siete unidades de paisajes, esto quiere decir que toma en cuenta el contexto, el ecosistema donde está el humedal: pantanos de agua dulce, lagos, turberas, bosques inundados y humedales artificiales.

8.3.2 Los humedales características.

(Ramsar, 2010)

- Fuente de diversidad biológica y de agua.
- Poseen productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir.
- Aportar sustento a grandes concentraciones de especies de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados.
- Son importantes depósitos de material genético vegetal.

8.3.3 Tipos de Humedales.

(Ramsar, 2010)

- Marinos: Humedales costeros, incluso lagunas costeras, costas rocosas, pastos marinos y arrecifes de coral.
- Lacustres: Humedales asociados a lagos.
- Ribereños: Humedales adyacentes a ríos y arroyos.
- Palustres: Pantanosos – pantanos y ciénagas.

8.3.4 Características Físicas.

(Ramsar, 2010)

- El suelo o sustrato debe ser fundamentalmente hidromórfico, no drenado; es decir saturado de agua de manera temporal o permanente.
- Debe presentar una lámina o capa de agua poco profunda o agua subterránea próxima a la superficie del terreno, ya sea permanente o temporal.
- Al menos periódicamente, el terreno debe mantener predominantemente una vegetación acuática o hidrófita.
- La presencia de vegetación y/u organismos únicos adaptados a las condiciones húmedas.
- Zonas de transición entre la tierra y los sistemas acuáticos, el agua constantemente interactúa con la tierra y de esa manera controla el ambiente, así como la vida vegetal y animal asociada.
- Los humedales tienen límites pocos definidos; son espacios de transición, de escasa profundidad y de naturaleza cambiante en tiempo y espacio.

8.4 DEFINICIÓN Y TIPOS DE MONITOREO EN HUMEDALES.

(Spellerberg , 1991) Define el monitoreo como “Las observaciones sistemáticas de parámetros relacionados con un problema específico, diseñadas de tal manera que nos provean información sobre las características del problema a tratar y sus cambios a lo largo del tiempo”. En una acepción más restringida, Shear (1995) menciona que monitoreo es “la colección, análisis e interpretación rutinaria de datos físicos, químicos y biológicos en un sitio definido, a lo largo de un período dado y con una frecuencia de muestreo establecido”.

Por su parte, Roni (2005) lo define como “La evaluación metódica de algo, con el diseño de coleccionar datos para responder a objetivos específicos”. Puesto de manera más sencilla, el monitoreo es determinar qué está cambiando y por qué. En ecología se usa el término monitoreo

como equivalente de las acciones para revelar un cambio en los parámetros físicos, químicos o biológicos. McDonald (1991) y Roni (2005) definen varios tipos de monitoreo de humedales. (Saenz, 2012)

Tabla 6: Tipos de monitoreo de humedales.

TIPOS	DESCRIPCION.
Monitoreo base.	Caracterización de la biota existente y de las condiciones físicas y químicas para diseños de planeación o cotejo futura.
Monitoreo del estado o condición.	Determinación de la condición (variabilidad espacial) de los atributos físicos o biológicos en un área establecida.
Monitoreo de la tendencia.	Estimación de los cambios en la biota o las condiciones del ecosistema a través del tiempo.
Monitoreo de implementación (administrativo).	Evaluación si el proyecto fue efectuado como se planificó.
Monitoreo de la efectividad de una acción.	Apreciación para saber si las acciones tuvieron el resultado esperado en una cuenca, procesos físicos o en el hábitat.

Elaborado por: Caiza P. – Serrano P.
Fuente: (RAMSAR, 2010)

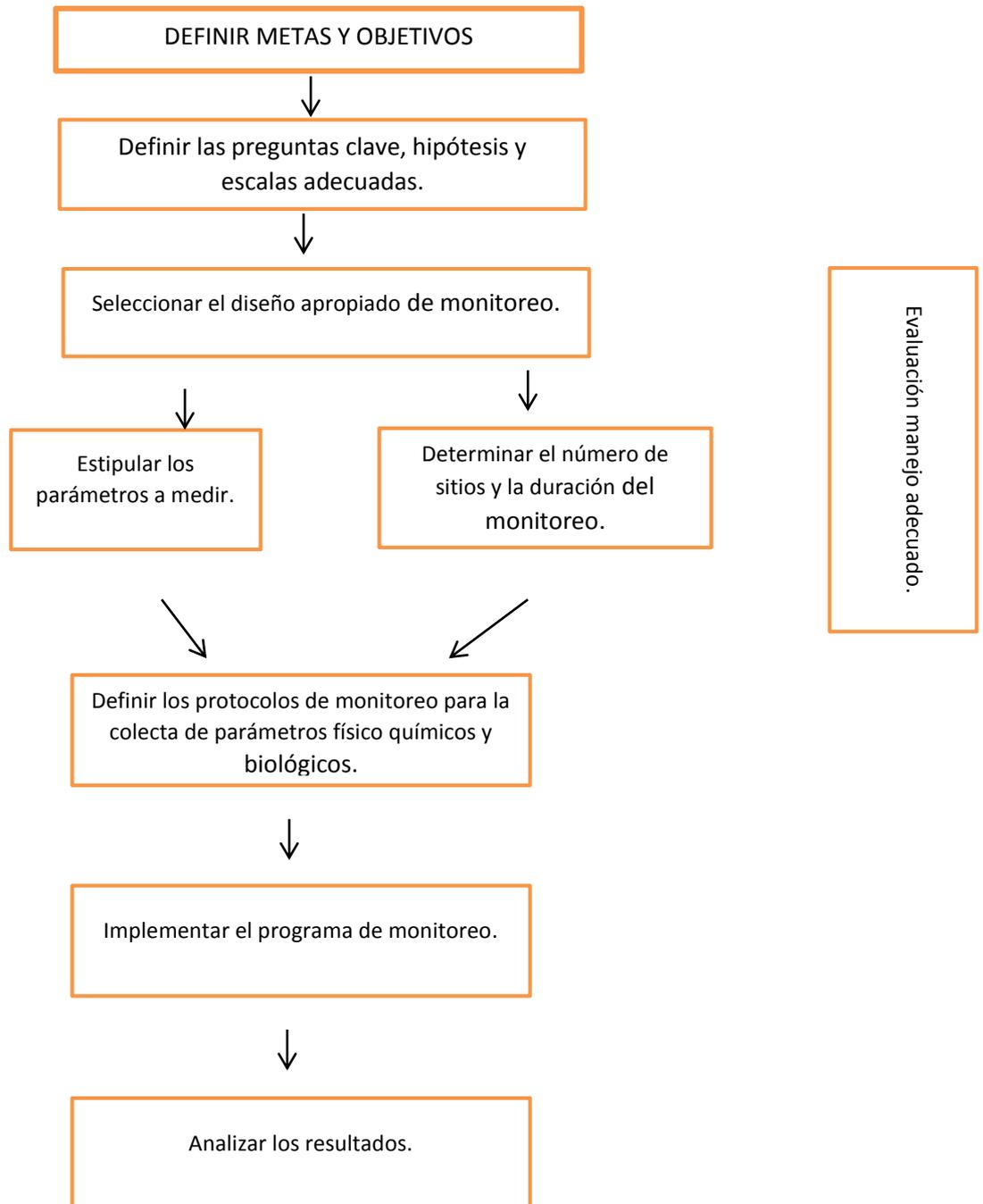
Tabla 7: Tipos de monitoreo de calidad hídrica.

TIPOS	DESCRIPCIÓN
Monitoreo básico	Determinación de los parámetros limnológicos básicos de calidad del agua (inespecificidad); Usualmente no incluyen análisis de sedimentos y macro invertebrados.
Monitoreo de inventario	Monitoreo de los impactos de proyectos específicos, Localización de puntos aguas arriba y aguas abajo de lo emprendimiento, intensa frecuencia de análisis.
Monitoreo de conformidad	<p>Establecido de conformidad con la legislación obligatoria.- Monitoreo de captación de agua para abastecimiento urbano, monitoreo de descarga de efluentes, licenciamientos ambientales.</p> <p>Monitoreo de impactos de una acción específica (auto-monitoreo), localización de puntos de frecuencia de análisis segundo dispuesto en la legislación.</p>
Monitoreo de vigilancia	Identificación de aptitud para la potabilidad del agua, gran diversidad de parámetros analizados, utilización de equipos de monitoreo en tiempo real.

Elaborado por: Caiza P. – Serrano P.
Fuente: (ROMEIRO, 2012)

8.5 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL MONITOREO PARA LA CALIDAD HÍDRICA DE UN ECOSISTEMA HUMEDAL.

Gráfico 1: Elementos de un monitoreo.



Fuente: (ALMEIDA, DESARROLLO DE UN MODELO ESPACIO TEMPORAL DE LA HIDRODINAMICA Y LA TEMPERATURA DE UN CAUCE FLUVIAL, 2009)

8.6 MODELOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD HIDRICA.

8.6.1 MODELO EPD-RIV1.

(Jobson H., 2001) Formula que.- **EPD-RIV1** es el modelo cuasi consumado para definir la calidad hídrica de un ecosistema natural ya que, permite simular la interacción de variables, entre la cuales se incluyen: temperatura del agua, especies de nitrógeno y fósforo, oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Adicionalmente el modelo permite figurar los impactos que sobre el oxígeno disuelto y los ciclos de los nutrientes tienen las macrófitas.

(ALMEIDA, Desarrollo de un Modelo Espacio Temporal de la Hidrodinámica y la Temperatura de un Cauce Fluvial, 2009) La hidrodinámica del modelo rinde cuenta de las corrientes, profundidades, velocidades, alturas de agua de superficie y otras características hidráulicas. Por su parte la modelación de la calidad del agua predice las variaciones de cada una de las 16 variables de estado y estas son: temperatura del agua, especies de nitrógeno y fósforo, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), algas, además, los impactos de macrófitas puede ser simulado.

8.6.2 MODELO WASP.

(Epa, 2012)). Manifiesta que.- “El modelo WASP facilita al investigador la interpretación y pronóstico de la calidad hídrica y su respuesta ante un fenómeno natural o ante una condición de origen antrópico. Mientras tanto (Socadagui V., 2006). Comparte su opinión manifestando que el modelo WASP, permite simular el comportamiento dinámico de un sistema acuático, incluyendo la columna de agua y los bentos. Dicho modelo ha sido usado para examinar la eutrofización.

El WASP también considera los semblantes hidrodinámicos y el transporte de sedimentos que pueden ser aportados por afluentes al cuerpo de agua analizado, considera parámetros como las

profundidades, velocidades, temperatura, salinidad y los flujos de los sedimentos. (Malvárez, 2001)

8.6.3 MODELO AUTODEPURACIÓN.

Para la modelación de la DBO se ha utilizado el “Modelo de Autodepuración formulado Streeter y Phelps”, en el cual es necesario determinar en campo el coeficiente de desoxigenación.

8.6.4 BALANCE DE MASAS DE LA DBO.

El balance de masas se realiza en función de la siguiente ecuación:

$$DBO = \frac{(Q \cdot DBO_r) + (Q_a \cdot DBO_a)}{(Q_r + Q_a)}$$

Donde:

Q= Caudal del río

Q_a= Caudal del afluente (descarga o cuerpo de agua)

DBO_r= Demanda bioquímica de oxígeno observada en la laguna o determinada a partir del modelo de autodepuración.

DBO_a= Demanda bioquímica del afluente.

Para obtener la DBO se usa la siguiente ecuación:

$$L = L_0 * e^{-Kd*t}$$

Dónde:

L₀=DBO en el inicio del tramo analizado, en mg/l

L=DBO en el final del tramo analizado, en mg/l

Kd= Coeficiente de desoxigenación, en días -1

t= Tiempo que demora el agua en atravesar el tramo analizado, en días.

8.6.5 MODELO DE OXÍGENO DISUELTO (OD).

Para la modelación de Oxígeno Disuelto se emplearán las ecuaciones de Streeter y Phelps. La siguiente ecuación mide el déficit de oxígeno disuelto (D) a una distancia aguas abajo (x), conociendo el déficit inicial (Do), la velocidad promedio (v), la DBO (Lo) y las constantes de desoxigenación (Kd) y de aireación (Ka).

$$D = \frac{k_d L_o (e^{-k_a t} - e^{-k_d t})}{(K_a - K_d)} + D_o x e^{-k_d t}$$

Dónde:

D = Déficit de oxígeno disuelto en mg/l.

Kd y Ka = Coeficientes de desoxigenación y de re aireación.

Lo = DBO medido o modelado en el río (mg/l).

Do = Déficit inicial de oxígeno disuelto t = Tiempo en días.

8.7 INDICE DE CALIDAD HIDRICA.

(José V.Chang Gómez 2001)Manifiesta que.- “El Índice de Calidad del Agua indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura. Así, agua altamente contaminada tendrá un ICA = 0 %, en tanto que el agua en excelentes condiciones el valor del ICA = 100%.”

Es un número único que expresa la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua y su uso permite una rápida interpretación y reconocimiento de las tendencias en la calidad del cuerpo de agua a lo largo

del espacio y el tiempo. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color en particular, los índices de calidad fisicoquímicos se basan en la combinación de diferentes parámetros para proporcionar una visión global de la calidad del agua. (Abarca, 2005)

8.7.1 ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA IDAHO.

El objetivo de esta formulación fue definir una de las relaciones más útiles entre los contribuyentes comunes en la evaluación de la calidad del agua, el propósito general de esta estrategia estuvo en aplicar el índice en recursos del agua para designar el uso adecuado para su protección. (Investigacion en H2O, 2002)

$$WQI = \log \left[\frac{(OD)^{1.65}}{50(TP)^{0.5} + (Turb)^{0.15} + 0.4(F, Coli)^{0.5} + 15(SC)^{0.5}} \right]$$

El formula fue diseñada para clasificar el agua en 3 rangos:

- De 3 a 2, para aguas limpias
- De 2 a 1, para aguas que necesitan tratamiento adecuado y remediación
- De 1 a 0, manejo de las cargas totales máximas diarias TMDLs y BMPs (Best Management Practices), que mejoren la calidad del agua, situación para la mayoría o todas las variables de la fórmula.

8.7.2 Ventajas de un ICA.

- Permite mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua.
- Útiles en la evaluación de la calidad del agua para usos generales.
- Permiten a los usuarios una fácil interpretación de los datos.
- Pueden identificarse tendencias de la calidad del agua y áreas problemáticas.
- Permiten priorizar para evaluaciones de calidad del agua más detalladas.

8.7.3 Parámetros seleccionados en ICA.

Tabla 8: Lineamientos del ICA.

Parámetro	Unidad de Medida.
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l.
Temperatura	°C.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l.
Conductividad Eléctrica (CE)	S/cm.
pH	Ácido básico neutro.

Elaborado por: Caiza P. – Serrano P.

Fuente:<http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

8.8 ESTADOS TRÓFICOS DEL AGUA.

Cuando un lago o embalse es pobre en nutrientes (oligotrófico) sus aguas tienden a ser transparentes, la luz penetra bien, el crecimiento de algas es pequeño, y presenta poca ictiofauna.

Al recibir una mayor carga de nutrientes el lago se convierte en eutrófico. En estas condiciones crecen las algas en gran cantidad aumentando la turbiedad. Las algas y otros organismos, cuando mueren, son sometidos a descomposición por la acción de las bacterias, disminuyendo la concentración de oxígeno. Este factor es a su vez la causa de la disminución del número de especies de peces. Por eso en un lago de estas características se encuentran barbos, percas y otros organismos de aguas poco oxigenadas. En algunos casos se alcanzan incluso condiciones anaeróbicas acompañadas de malos olores, con agua turbia y de baja calidad para el consumo humano, el riego agrícola y el uso con fines de recreación. En estas condiciones adicionalmente la profundidad del lago disminuye por sedimentación de sólidos suspendidos y materia orgánica.

Una forma de clasificación trófica como lo reportan Vollenweider y Kerekes (1983), en la cual se relaciona la categorización limnológica de un lago versus la categoría de eutrofización.

Chapra (1997) establece la clasificación trófica para un sistema acuático, basado en la concentración de fósforo total así como en otras variables.

Tabla 9: Clasificación trófica en lagos.

Categorías	Categorización Limnológica				
	Ultra-Oligotrófica	Oligotrófica	Mesotrófica	Eutrófica	Hipertrófica
Biomasa	Muy baja	Baja	Mediana	Alta	Muy alta
Fracción de algas verdes o verdes-azules	Baja	Baja	Variable	Alta	Muy alta
Macrófitas	Baja o ausente	Baja	Variable	Alta o Baja	Baja
Producción dinámica	Muy baja	Baja	Mediana	Alta	Alta, Inestable
Dinámica de oxígeno					

Fuente: <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

Tabla 10: Clasificación trófica en lagos en función de la concentración de fósforo total (Chapra 1997).

Variable	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
Fósforo total ($\mu\text{gP/L}$)	< 10	10 - 20	> 20
Clorofila a ($\mu\text{g Chla/L}$)	< 4	4 - 10	> 10
Profundidad del disco Secchi (m)	> 4	2 - 4	< 2
Oxígeno Hipolimnico (% saturación)	> 80	10- 80	< 10

Fuente: <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

8.9 LÍMITES PERMISIBLES DEL AGUA.

Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Ver Anexos: **Tabla 20**

8.10 MARCO LEGAL.

8.10.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008.

La Carta Magna establece en el Artículo 3, Título I, de los Principios.

Fundamentales, indica que son deberes primordiales, entre otros, 7. Defender el patrimonio natural y cultural del país.

El Artículo 14 sección segunda “ambiente sano”, capítulo 2, “de los derechos del buen vivir”, Título II “Derechos”, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, “sumak kawsay”.

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

El Artículo 15 sección segunda “ambiente sano”, capítulo 2, “de los derechos del buen vivir”, Título II “Derechos”. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en el detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva.

La presentación de servicios se regirá por los principios eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

8.10.2 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, codificación 20.

Art. 4.- Será responsabilidad de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, en coordinación con otras Instituciones, estructurar y ejecutar programas que involucren aspectos relacionados con las causas, efectos, alcances y métodos de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondiente normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.

Art. 10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

8.11 LEY DE AGUAS.

TÍTULO II.

8.11.1 De la Conservación y contaminación de las aguas.

CAPÍTULO I. De la conservación.

Art. 21.- Deberes de conservación.- El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

CAPÍTULO II. De la contaminación.

Art. 22.- Prevención de la contaminación.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

8.12 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

Se utilizó la metodología analítica, bibliográfica y de campo, puesto que con cada una de ellas se logró dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en el tema de investigación.

8.12.1 Investigación Descriptiva.

Mediante este tipo de investigación se logró explicar la calidad hídrica actual en que se encuentra el agua de la laguna de Limpiopungo, de la misma manera permitió conocer de manera más detallada cada uno de los elementos que conforman un Humedal Natural y por su puesto la función que cada uno de estos desempeña dentro del proceso de depuración de los contaminantes presentes en el agua, facilitándonos de esta forma la realización del ensayo, el planteamiento de la propuesta de implementación entre otros ítems y actividades de los que consta la presente proyecto.

8.12.2 Investigación Cualitativa.

La investigación cualitativa ayudó en la descripción, e interpretación de los resultados obtenidos posterior al análisis físico químico realizado a las muestras de agua tomadas in-situ, la investigación cualitativa fue una herramienta fundamental, debido a que mediante la misma se logró interpretar los resultados además de poder describir de manera narrativa cada uno de los valores obtenidos mediante la comparación con la normativa ambiental vigente y aplicable.

8.12.3 Investigación Documental.

Se investigó información de tipo documental fue de gran ayuda para la realización de la presente investigación ya que permitió conocer antecedentes veraces y comprobados de la eficiencia y efectividad del sistema de tratamiento de aguas base en la presente investigación (Humedal Natural), lo cual aclaró y permitió el diseño del modelo que a continuación se plantea como una de las soluciones más viables para determinar la calidad hídrica.

8.12.4 Investigación de Campo.

La investigación de campo fue fundamental para levantamiento de información básica, recopilación y muestreo del agua de la laguna del Limpiopungo como: los elementos que componen el sistema de captación del agua, como también el estudio, características básicas, viabilidad del mismo y disponibilidad del espacio físico.

Además que las visitas de campo fueron de sobremanera necesarias en la realización del muestreo de aguas.

8.13 MÉTODOS Y TÉCNICAS APLICADAS.

8.13.1 Método Descriptivo.

El presente método se utilizó para la obtención y caracterización de los componentes en estudio como son, ecología del lugar, tipo de ecosistema, área de la laguna.

8.13.2 Método Analítico.

Por medio de la investigación analítica se comprobó el estado y calidad del agua en que se encuentra la Laguna de Limpiopungo.

Lo que permitirá en base al modelo determinar el estado actual del recurso hídrico.

8.13.3 Método Científico.

Durante todo el proceso investigativo se utilizó el método científico ya que se siguieron pasos y procedimientos ordenados de acuerdo al avance del proyecto partiendo desde la identificación del problema, planteamiento del problema, planteamiento de las preguntas científicas, además del planteamiento de un diseño de modelo para determinar la calidad hídrica en humedales.

8.13.4 Método de Campo.

Se realizó la fase de campo mediante las visitas in situ para llevar a cabo el estudio de cada uno de los parámetros a estudiar de tal manera que se identifique que tipo de ecosistema es.

8.13.5 Método Deductivo.

Se utilizó este método para demostrar y poder explicar las hipótesis planteadas en este proyecto, deducir y comprobar el modelo experimental que nos hemos planteado para la determinación de la calidad hídrica.

8.14 TÉCNICAS.

8.14.1 Observación directa.

Esta técnica se practicó durante todo el proceso de desarrollo del presente proyecto de investigación ya que desde la primera parte de la investigación se realizó el levantamiento de la información In-Situ además la observación fue indispensable en la toma de muestra para la realización de los análisis de laboratorio.

8.14.2 Lectura comprensiva.

Para obtener una visión más analítica y objetiva de la situación planteada como el problema en la presente investigación se aplicó esta técnica mediante la cual se realizó de manera viable interpretación y comprensión crítica de la información recopilada en cuanto a la calidad del agua en la laguna Limpiopungo.

8.15 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

Se utilizará la metodología analítica, bibliográfica y de campo, puesto que con cada una de ellas se lograra dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en el tema de investigación.

- **Investigación Analítica:** Por medio de la investigación analítica se comprobó el estado y calidad del agua en que se encuentra la Laguna de Limpiopungo.
Lo que permite en base al modelo determinar el estado actual del recurso hídrico.
- **Investigación Bibliográfica:** Este tipo de investigación se utilizó para el análisis de la información recopilada en diferentes investigaciones realizadas con modelos WASP, EPD-RIV1, Oxígeno Disuelto, y el Índice de Calidad Hídrica, Que ayudo a la identificación y caracterización del problema de estudio, estableciendo conocimientos necesarios para la ejecución de la presente investigación.
- **Investigación de Campo:** Este tipo de exploración se manejó para la recopilación y muestreo del agua de la laguna del Limpiopungo que nos permitió determinar la calidad hídrica de la misma, permitiendo conocer posibles causas de la contaminación.

8.16 MATERIALES E INSTRUMENTOS:

- **Materiales:**

Cartografía del área de estudio

Material bibliográfico

Fichas de campo

EPP.

- **Instrumentos:**

Computadora

GPS

Cámara Fotográfica.

9. HIPOTESIS:

9.1 Hipótesis Alternativa.

La utilización del **Modelo Comparativo Experimental de ICA y Eutrofización “EPD-RIV1”** ayudo a determinar la calidad hídrica de la laguna Limpiopungo.

10. METODOLOGÍA.

10.1 ÀREA DE ESTUDIO.

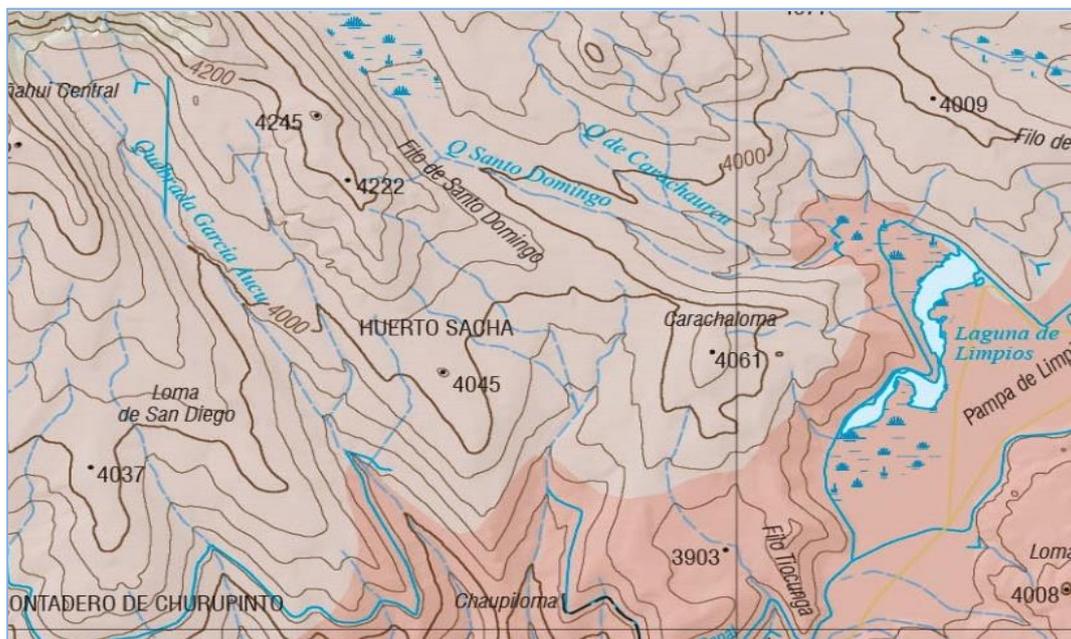
Tabla 11: Ubicación.

SECTOR.	LAGUNA LIMPIOPUNGO, PARQUE NACIONAL COTOPAXI.
CANTON.	LATACUNGA.
PROVINCIA	COTOPAXI
EXTENSIÓN.	20 HECTÁREAS.
COORDENADAS	E781969.13 S9931772.61 UTM
ALTITUD.	3.892 m.s.n.m
DATOS METEOROLOGICOS	
TEMPERATURA.	8 A 14 °C
PRECIPITACIÓN	800 a 1.000mm por año
VIENTO	Mañana 12 a 23 km/h Tarde 7 a 18 km/h Noche 5 a 12km/h

Elaborado por: Caiza P – Serrano P.

10.2 MAPA DE UBICACIÓN.

Gráfico 2: Mapa del área en estudio laguna de limpiopungo.



Fuente: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/geoinformacion/mapas-oficiales/>

11. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

11.1 RESULTADO DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LA LAGUNA DE LIMPIOPUNGO.

Tabla 12: Datos Punto 1.

PUNTO 1.	
Coordenadas.	X 0781248
UTM	Y 9932086
WGS 84	
Altura.	3866m.s.n.m
Temperatura.	11.3°C

Elaborado por: Caiza P - Serrano P.

Tabla 13: Resultados Punto 1.

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADOS	DE CONFORMIDAD
Calcio	mg/L	100	21,5	Cumple
Cianuros	mg/L	0,01	<0,010	Cumple
Conductividad eléctrica	uS/cm	750	101,5	Cumple
DBO₅	mg/L	<2	15	No cumple
DQO	mg/L	<4	29	No cumple
Nitrógeno total	mg/L	30.0	<5	Cumple
OD	mg/L	No menor al 80% y no menor a 6	7,3	Cumple
Turbidez	NTU	0-40	4,370	Cumple
Fosforo	mg/L	5-15	5,6	Cumple
Potencial Hidrógeno	U. Ph	6, 5-9	6,7	Cumple

Elaborado por: Caiza P – Serrano P.

Tabla 14: Datos Punto 2.

PUNTO 2.	
Coordenadas.	X 0781222
UTM	Y 9932182
WGS 84	
Altura.	3870 m.s.n.m
Temperatura.	11.3°C

Elaborado por: Caiza P – Serrano P.

Tabla 15: Resultados Punto 2.

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADOS	DE CONFORMIDAD
Calcio	mg/L	100	23,5	Cumple
Cianuros	mg/L	0,01	<0,010	Cumple
Conductividad eléctrica	uS/cm	750	110,5	Cumple
DBO₅	mg/L	<2	16	No cumple
DQO	mg/L	<4	30	No cumple
Nitrógeno total	mg/L	30.0	<7	Cumple
OD	mg/L	No menor al 80% y no menor a 6	6,8	Cumple
Turbidez	NTU	0-40	4,230	Cumple
Fosforo	mg/L	5-15	6	Cumple
Potencial Hidrógeno	U. pH	6, 5-9	6,8	Cumple

Elaborado por: Caiza P – Serrano P.

Tabla 16: Datos Punto 3.

PUNTO 3.	
Coordenadas.-	X 0781221
UTM	Y 9932090
WGS 84	
Altura.	3857 m.s.n.m
Temperatura.	10.2°C

Tabla 17: Resultados Punto 3.

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADOS	DE CONFORMIDAD
Calcio	mg/L	100	29,3	Cumple
Cianuros	mg/L	0,01	<0,013	Cumple
Conductividad eléctrica	uS/cm	750	100,8	Cumple
DBO₅	mg/L	<2	15	No cumple
DQO	mg/L	<4	24	No cumple
Nitrógeno total	mg/L	30.0	<5	Cumple
OD	mg/L	No menor al 80% y no menor a 6	6,2	Cumple
Turbidez	NTU	0-40	5,136	Cumple
Fosforo	mg/L	5-15	5,8	Cumple
Potencial Hidrógeno	U. pH	6, 5-9	7	Cumple

Elaborado por: Caiza P – Serrano P.

Tabla 18: PROMEDIO DE LAS MUESTRAS.

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Promedio	De Conformidad
Calcio	mg/L	100	21,5	23,5	29,3	24.7	Cumple
Cianuros	mg/L	0,01	<0,010	<0,010	<0,013	0.011	Cumple
Conductividad eléctrica	uS/cm	750	101.5	110.5	100.8	104.2	Cumple
DBO₅	mg/L	<2	15	16	15	15.3	No cumple
DQO	mg/L	<4	29	30	24	27.6	No cumple
Nitrógeno total	mg/L	30.0	<5	<7	<5	<5.6	Cumple
OD	mg/L	No menor al 80% y no menor a 6	7.3	6.8	6.2	6.7	Cumple
Turbidez	NTU	0-40	4.370	4.230	5.136	4.578	Cumple
Fosforo	mg/L	5-15	5.6	6	5.8	5.8	Cumple
Potencial Hidrógeno	U. pH	6, 5-9	6.7	6.8	7	6.8	Cumple
Coliformes fecales	nmp/100 ml	200	-	-	-	175	Cumple

Elaborado por: Caiza P – Serrano P.

FORMULA DE FOSFORO

$$TSI(Pt) = 10 * \left(2,46 + \frac{6,68 - 1,5 \ln(Pt)}{\ln 2,5} \right)$$

$$TSI(5,8) = 10 * \left(2,46 + \frac{6,68 - 1,5 \ln(5,8)}{\ln 2,5} \right)$$

$$TSI(5,8) = 10 * \left(2,46 + \frac{5,18(0,763)}{0,397} \right)$$

$$TSI(5,8) = 10 * \left(2,46 + \frac{3,952}{0,397} \right)$$

$$TSI(5,8) = 10 * (2,46 + 9,95)$$

$$TSI(5,8) = 10 * 12,41$$

$$TSI(5,8) = 124,1$$

$$TSI = 21,3$$

EUTRÓFICO (contaminación moderada) >20

FORMULA ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

$$WQI = \log \left[\frac{(OD)^{1.65}}{50(TP)^{0.5} + (Turb)^{0.15} + 0.4(F, Coli)^{0.5} + 15(SC)^{0.5}} \right]$$

Donde:

OD = Oxígeno Disuelto (% saturación)

Turb = Turbidez (NTU)

TP = Fosforo Total (mg/l)

F-Coli = Coliformes fecales (conteos/100ml)

SC = Conductividad Específica en (uS/cm a 11°C)

$$WQI = \log \left[\frac{(6.7)^{1.65}}{50(5.8)^{0.5} + (4.5)^{0.15} + 0.4(175)^{0.5} + 15(5.54)^{0.5}} \right]$$

$$WQI = \log \left[\frac{46028.13}{120.41 + 1.25 + 0.52 + 1266.32} \right]$$

$$WQI = \log[33.14]$$

$$WQI = 1.52$$

De 2 a 1, para aguas que necesitan manejo adecuado y remediación

11.2 CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA.

Para el desarrollo de este trabajo se recolectó toda la información sobre la laguna de Limpiopungo, seguidamente con las visitas de campo correspondientes, se tomaron los datos necesarios con análisis de laboratorio para fundamentar la investigación: parámetros físico-químicos, los Índices de calidad hídrica como bio-indicadores, DBO₅, DQO, temperatura, pH, conductividad eléctrica, existencia de vida acuática, flora y fauna. Una vez culminadas dichas actividades, se puso en práctica la construcción del modelo de monitoreo, cuya aplicación servirá como una base para las entidades que rigen el sector y la calidad hídrica (SENAGUA, MAE, Ministerio de Turismo, GAD Provincial de Cotopaxi).

12. IMPACTOS (ECONÓMICOS, SOCIALES, AMBIENTALES).

a. Impactos económicos.

Al ejecutar el modelo experimental aportara para la determinación y conservación del recurso hídrico, generando ingresos económicos a las familias aledañas y a las entidades gubernamentales, tras las constantes visitas a dicha laguna.

b. Impactos sociales.

Con el desarrollo de este proyecto el impacto social que género es directamente para la comunidad Cotopaxense, ya que permite el turismo dentro de la provincia.

c. Impactos ambientales.

El impacto ambiental que promueve este proyecto es la conservación del recurso flora, fauna, y factor suelo.

d. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.

Tabla 19: Presupuesto del proyecto.

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario	V. Total
Equipos				
Computador (propio y alquilado) (uso)	1	4 meses	50,00	\$ 200,00
GPS (alquilado) (uso)	1	3 día	30,00	\$ 60,00
Cámara fotográfica (propia) (uso)	1	2 día	10,00	\$ 20,00
Flash memori (uso)	1	1	10,00	\$ 10,00
MATERIALES Y SUMINISTROS				
Cuaderno de campo	2	2	0,75	\$ 1,50
Lápices	2	2	0,35	\$ 0,70
Botas	2	Pares	10,00	\$ 20,00
Guantes	20	Pares	0,50	\$ 20,00
Frascos de colecta de 250 ml (vidrio)	3		10,00	\$ 30,00
Mascarillas	10		0,20	\$ 2,00
Cooler	1		20,00	\$ 20,00
Material Bibliográfico y fotocopias. (detallar)	100		0,05	\$ 8,00
Papel Bond		2 paquetes	3,60	\$ 7,00
Impresiones		1.000	0,10	\$ 100,00
Anillado	10		3,00	\$ 30,00
Otros Recursos (detallar)				

Elaborado por: Caiza P. Serrano P.

Transporte y salida de campo	10	2 carreras / día.	\$ 20,00	\$ 200,00
Alimentación	10 días	3	\$ 3,00	\$ 90,00
Análisis de laboratorio	3	1	150,00	\$ 450,00
Cartografía de la zona	1		10,00	\$ 10,00
Internet	15	1 Hora	\$ 0,80	\$ 12,00
TOTAL				\$ 1.141,2
IVA 14 %				\$ 159,76
TOTAL				\$ 1450.96

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

13.1 CONCLUSIONES.

- Se pudo concluir que mediante los parámetros analizados de cada uno de los modelos obtenidos en el humedal de LIMPIOPUNGO se aplicó el modelo matemático en base a los parámetros el fosforo (P), OD, DBO, DQO, turbidez, coliformes fecales, pH, Calcio, Cianuros y del ICE modelo IBAHO determino la calidad hídrica del humedal.
- En base a los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio se determinó que los siguientes parámetros DBO, DQO no cumplen con la normativa Ambiental del TULSMA libro VI anexo 1 tabla 3
- Los respectivos parámetros de los cuales consta el modelo, se lo realizó en tablas comparativas y fórmulas, en las cuales constan cada uno de los parámetros analizados para exponer su cumplimiento.
- Se ejecutó el modelo, la mayoría de parámetros analizados cumplen con la normativa vigente y al mismo tiempo al desarrollar las fórmulas matemáticas aplicadas nos dan como resultado un agua apta para la vida de un ecosistema

13.2 RECOMENDACIONES

- Realizar varias tomas de agua en diferentes estados climáticos y tiempo para obtener unos mejores resultados.
- Constatar que los modelos ejemplos a seguir sean factibles para ejecutar en ecosistemas humedales.
- Trabajar con los límites máximos permisibles vigentes para poder realizar las tablas comparativas y posteriormente realizar las formulas.
- La muestra debe ser enviada al laboratorio inmediatamente después de la toma, en caso contrario debe mantenerse refrigerada.
- Cuanto menor sea el tiempo transcurrido desde la toma hasta el envío al laboratorio, más exactos serán los resultados obtenidos.

14. BIBLIOGRAFÍA

(Kuwait - Israel. (2013).

Abarca, F. (2005). *TÉCNICAS PARA EVALUACION Y MONITOREOS DEL ESTADO DE LOS HUMEDALES Y OTROS ECOSISTEMAS ACUATICOS*. Colombia: Crecer.

ALMEIDA, C. A. (15 de julio de 2009). *DESARROLLO DE UN MODELO ESPACIO TEMPORAL DE LA HIDRODINAMICA Y LA TEMPERATURA DE UN CAUCE FLUVIAL*. Bogota, Colombia.

ALMEIDA, C. A. (15 de JULIO de 2009). *Desarrollo de un Modelo Espacio Temporal de la Hidrodinámica y la Temperatura de un Cauce Fluvial*. Obtenido de Desarrollo de un Modelo Espacio Temporal de la Hidrodinámica y la Temperatura de un Cauce Fluvial:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/3825/CardonaAlmeidaCesarAntonio2009.pdf?sequence=1>

ALMEIDA, C. A. (15 de JULIO de 2009). *DESARROLLO DE UN MODELO ESPACIO-TEMPORAL DE LA HIDRODINÁMICA Y LA TEMPERATURA DE UN CAUCE FLUVIAL*. Obtenido de DESARROLLO DE UN MODELO ESPACIO-TEMPORAL DE LA HIDRODINÁMICA Y LA TEMPERATURA DE UN CAUCE FLUVIAL:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/3825/CardonaAlmeidaCesarAntonio2009.pdf?sequence=1>

AMBIENTAL, N. D. (2000). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA*. ECUADOR.

Ancízar, M. (2015). Principales características físicas, químicas y Microbiológicas del agua. En L. E. Paez. Bogota.

Auge Marianella. (2002.).

Bosco, J. (2005). *La diversidad de humedales de la provincia*. Real: Institutos s/n.

Briones, E. E. (s.f.). *Los Humedales*. Obtenido de
<http://www.afese.com/img/revistas/revista55/humedades.pdf>

Cavendish, y Lavoisier . (1996-2000). *El agua como puente de vida*.

Ecuador, F. e. (28 de Agosto de 2012). Obtenido de
https://fotoecuador.wordpress.com/2012/08/28/parque_nacional_cotopaxi_national_park_impimpungo/

Epa. (2012). *Modelos Matematicos para la calidad hidrica*. Mexico.

Esther. (8 de Abril de 2016). *El Blog Verde*. Obtenido de <https://elblogverde.com/contaminacion-del-agua/>

FAO, D. d. (18 de Abril de 2009). *Ecología y enseñanza rural*.
<http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s06.htm>

- HERNANDEZ, J. M. (2011). Contaminantes. *Vivo Sano*, 23.
- Investigacion en H2O. (2002). En *indices de calidad y de contaminacion del agua de importancia mundial* (pág. 59). España.
- Malvárez, R. (2001). *LAS INUNDACIONES Y LA BIODIVERSIDAD EN HUMEDALES. UN ANALISIS DEL EFECTO DE EVENTOS EXTREMOS SOBRE LA FAUNA SILVESTRE*. BUENOS AIRES: CIUDAD UNIVERSITARIA.
- Mestanza, Jacome Felipe. (10 de DICIEMBRE de 2009). *Guía Interpretativa del Parque Nacional Cotopaxi*. Obtenido de Guía Interpretativa del Parque Nacional Cotopaxi:
<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Cotopaxi.pdf>
- Moreano, M. (s.f.). *La Tierra Humeda*. Humedales Ecuatorianos:
http://www.paramo.org/dvd/Paramo%20Andino%20Ecuador/COMPONENTE%204/PROPUESTA%20PARA%20MUSEO%20Y%20AKU_%20Ecosistemas%20de%20los%20andes/Humedales.pdf
- Obregon, A. C. (Octubre de 18 de 2010).
https://es.slideshare.net/cruzalbertoobregonlopez/propiedades-fisicas-y-quimicas-del-agua?next_slideshow=1
- Pierre Perrault y Edmè Mariotté . (2012).
- Ramsar. (2010). *Manual del curso sobre induccion en humedales*. Obtenido de Definicion de Humedales: <http://www.creho.org/definicion-de-humedal/tipos-de-humedales/>
- RAMSAR. (17 de 03 de 2010). *Manuales Ramsar*. Obtenido de Manuales Ramsar:
<http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-13sp.pdf>
- ROMEIRO, F. (2012). *Programas de Monitoreo de la Calidad del Agua*. Lima, Peru: Agencia Federal de Aguas.
- Saenz, J. A. (2012). *HUMEDALES, UNA APUESTA POR LA BIODIVERSIDAD*. España: Eco.
- Schlegel, F. (2013). Ciencias Naturales, los humedales cuidan del agua. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.*, 5-6.
- Sevilla, J. C. (2005). *Plan Nacional de Recursos Hídricos*. Trujillo.
- Silva, E. J. (2002). *Convenio Ramsar, Humedales*. Bogota: Las Casas.
- Socadagui V. (2006).
- Spellerberg . (1991).
- TELEGRAFO. (16 de Noviembre de 2016). www.eltelegrafo.com.ec. Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/etiqueta/1/consumo%20de%20agua>

15. ANEXOS.

15.1 AVAL DE TRADUCCION.



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: CAIZA GATIA EDISON PAUL, SERRANO VILLEGAS NANCY PAULINA, cuyo título versa “PROPUESTA DE UN MODELO DE MONITOREO PARA DEFINIR LA CALIDAD HIDRICA DE ECOSISTEMAS HUMEDALES, EN EL PARQUE NACIONAL COTOPAXI LAGUNA DE LIMPIOPUNGO”, 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**



CENTRO
DE IDIOMAS

www.utc.edu.ec

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

15.2 CURRICULUM TUTOR.

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Lara Landázuri

NOMBRES: Renán Arturo

ESTADO CIVIL: Casado

CEDULA DE CIUDADANIA: 0400488011

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: San Gabriel, 17-Abril-1956

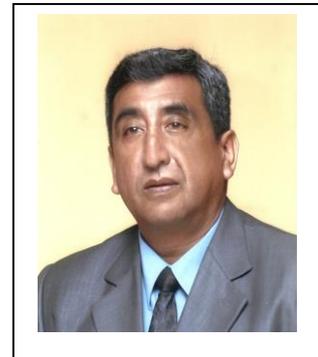
DIRECCION DOMICILIARIA: Latacunga, Loco

TELEFONO CONVENCIONAL: 032-811-026

TELEFONO CELULAR: 0984-795-339

CORREO ELECTRONICO: renan.lara@utc.edu.ec

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: (NOMBRE Y TELÉFONO) Martha Viera 032-809-576



ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	Ingeniero Civil (Hidrólogo)	23 abril 2003	1005-03-376959
CUARTO	Diplomado en Educación Superior	28-07-2010	1020-10-713968
CUARTO	Maestría en Gestión de la Producción	17-10-2008	1020-15-86059461

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ACADEMICA EN LA QUE LABORA: CAREN

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Medio Ambiente

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Manejo de los Recursos Hídricos

PERIODO ACADEMICO DE INGRESO A LA UTC: 3 de septiembre del 2.001

FIRMA

Tabla 20: Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5

Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	Visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5

Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200

FUENTE: LIBRO VI ANEXO 1 TABLA 3 (AMBIENTAL, 2000)

Registro Fotográfico.

Fotografía 1:

**ÁREA DE ESTUDIO LAGUNA
LIMPIOPUNGO PARQUE NACIONAL
COTOPAXI.**



Fotografía 2:

TOMA DE MUESTRA SIMPLE PUNTO 1



Fotografía 3:

TOMA DE MUESTRA SIMPLE PUNTO 2



Fotografía 4:

TOMA DE MUESTRA COMPUESTA PUNTO 3



<p align="center">Fotografía 5: MEDICIÓN DE PH</p>	<p align="center">Fotografía 6: MEDICIÓN DE TEMPERATURA</p>
	

<p align="center">FLORA ENDÉMICA</p>	
<p align="center">Fotografía 7: Helecho</p>	<p align="center">Fotografía 8: Musgo</p>
	

Fotografía 9:
Chocho



Fotografía 10:
Romerillo de páramo



Fotografía 11:
Algas



Fotografía 12:
Chuquiragua

