

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE AGUA Y CARBONO ALMACENADO EN
LOS BOFEDALES DE MECHAHUASCA Y PAYLACOCHA EN LA RESERVA
CHIMBORAZO**

EFRAIN AURELIO VILLARES RIERA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERO FORESTAL.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

El tribunal de tesis, certifica: que el trabajo de investigación titulado “**VALORACIÓN ECONÓMICA DE AGUA Y CARBONO ALMACENADO EN LOS BOFEDALES DE MECHAHUASCA Y PAYLACOCHA EN LA RESERVA CHIMBORAZO**” de responsabilidad del señor Egresado Efraín Aurelio Villares Riera, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Eco. Flor Quinchuela Pozo

DIRECTORA DE TESIS

.....

Dr. Galo Montenegro Córdova

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Riobamba, 01 de Diciembre del 2012

DEDICATORIA.

- *A, Dios por brindarme la vida y por permitirme culminar una etapa más de mi vida junto a los seres que quiero y aprecio.*
- *+ A mi madre Marlene Riera, quien medio la vida y grandes consejos para salir adelante en mi vida y en mis estudios.*
- *A mis padrinos Ximena y Ángel, quien me apoyan día a día para ser un profesional y un hombre de bien ante la sociedad.*
- *A mi tía María Riera por estar a mi lado en los momentos difíciles de mi vida y brindarme su apoyo y amor.*
- *A mi esposa e hijo, Verónica y Gael, quienes son la luz de mi vida y a quienes dedico mi tesis*

Efraín

AGRADECIMIENTO

- A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo donde aprendí las mejores enseñanzas. A mis distinguidos maestros, compañeros y amigos quienes con su nobleza y entusiasmo me brindaron su apoyo, de quienes llevo los más grandes recuerdos y una enorme gratitud.
- A mi director y miembro de tesis, por apoyarme en mi investigación los cuales me han tenido paciencia y han sabido brindarme todo su apoyo, para completar un requisito más para la obtención de mi título; a ellos muchas gracias.
- A mis compañeros de trabajo, quienes me han ayudado en las salidas de campo, así como en las recolecciones y en la toma de muestras, siendo ellos conocedores propios de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

TABLA DE CONTENIDOS

Tabla de contenidos.	v
Lista de cuadros	vi
Lista de gráficos	vii
Lista de anexos.	viii

CAPITULO	PÁGINA
I. TEMA	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. MARCO TEÓRICO	4
IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA	28
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES	99
VII. RECOMENDACIONES	100
VIII. RESUMEN	101
IX. SUMMARY	102
X. BIBLIOGRAFÍA	103
XI. ANEXOS	106

LISTA DE CUADROS

CUADRO Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1	Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 1987	37
2	Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocha al año 1987	38
3	Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 2009	40
4	Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocha al año 2009	41
5	Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Mechahuasca, periodo 1987-2009, actualizado al 2012	43
6	Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Paylacocha, periodo 1987-2009, actualizado al 2012	44
7	Matriz de cambios periodo 1987-2009 y actualizada al 2012 bofedal de Mechahuasca.	45
8	Matriz de cambios periodo 1987-2009 y actualizada al 2012 bofedal de Paylacocha.	45
9	Nivel de instrucción de la comunidad Yacupartina	46
10	Tendencia de la tierra de la comunidad Yacupartina	47
11	Tendencia de los animales de la comunidad Yacupartina	48
12	Vivienda de la comunidad Yacupartina	49
13	Cultivos de la comunidad Yacupartina	50
14	Protegen el agua en los bofedales de la comunidad Yacupartina	51
15	Quemas de pajonal en la comunidad Yacupartina	52
16	Beneficios que aprovechan de los bofedales en la comunidad Yacupartina	53
17	Valoración que dan a los bofedales en la comunidad Yacupartina	54
18	Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 1	60
19	Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 2	61
20	Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 3	62
21	Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 4	63
22	Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 5	64
23	Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 6	65

24	Comparación de los valores obtenidos de las muestra bofedal de Mechahuasca, con el Tratado Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador, TULAS	67
25	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 1	69
26	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 2	70
27	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 3	71
28	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 4	72
29	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 5	73
30	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 6	74
31	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 7	75
32	Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacochoa, muestra 8	76
33	Comparación de los valores obtenidos de las muestra bofedal de Paylacochoa, con el Tratado Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador, TULAS	78
34	Área del canal Mechahuasca	82
35	Área del canal Paylacochoa	82
36	Caudal bofedal de Mechahuasca época de invierno, método flotador.	83
37	Caudal bofedal de Mechahuasca época de invierno, método tinte.	84
38	Caudal bofedal de Mechahuasca época de verano, método flotador.	85
39	Caudal bofedal de Mechahuasca época de verano, método tinte.	86
40	Caudal bofedal de Paylacochoa época de invierno, método del flotador.	87
41	Caudal bofedal de Paylacochoa época de invierno, método del tinte.	88
42	Caudal bofedal de Paylacochoa época de verano, método del flotador.	89
43	Caudal bofedal de Paylacochoa época de verano, método del tinte.	90
44	Comparación de ecosistemas de páramo y selva tropical en términos de la cantidad de carbono acumulada en los compartimentos suelo y vegetación.	92
45	Resultados P.S.B, Hasta Mayo del 2012 a nivel del país.	96
46	Valoración del ecosistema bofedal.	98

LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO N°	CONTENIDO	PÁGINA
1	Imagen satelital spot georeferenciada tomadas desde un punto de control, con resolución 30 m, multiespectral, de 3 bandas 1R-6G-7B , del 26 de marzo del 1987, disponible en ESDI, con una cobertura del 50%.	34
2	Imagen satelital spot georeferenciada tomadas desde un punto de control, con resolución 14,25 m, multiespectral, de 3 bandas 1R-3G-3B , del 26 de marzo del 2009, disponible en MAE, con una cobertura del 0%.	35
3	Mapa de uso y cobertura del año 1987 donde existía una mayor cobertura de humedal existiendo 286 Ha, y no existiendo suelos con uso agrícola.	36
4	Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 1987	37
5	Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocho al año 1987	38
6	Mapa de uso y cobertura al año 2009 donde se presentan una cobertura de humedal existiendo 230,71 Ha, encontrando suelos con uso agrícola con una extensión de 55,18 Ha.	39
7	Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 2009	40
8	Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocho al año 2009	41
9	Mapa de cambios ocurridos en el uso y cobertura de los bofedales de Mechahuasca y Paylacocho, entre 1987 y 2009 actualizado al 2012.	42
10	Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Mechahuasca, periodo 1987-2009, actualizado al 2012	43
11	Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Paylacocho, periodo 1987-2009, actualizado al 2012	44
12	Nivel de instrucción de la comunidad Yacupartina.	46

13	Tendencia de la tierra de la comunidad Yacupartina.	47
14	Tendencia de los animales de la comunidad Yacupartina.	48
15	Vivienda de la comunidad Yacupartina.	49
16	Cultivos de la comunidad Yacupartina.	50
17	Protegen el agua en los bofedales de la comunidad Yacupartina.	51
18	Quemas de pajonal en la comunidad Yacupartina.	52
19	Beneficios que aprovechan de los bofedales la comunidad Yacupartina.	53
20	Valoración que dan a los bofedales en la comunidad Yacupartina.	54
21	Gráfico tendencial del pH.	55
22	Gráfico tendencial de turbiedad.	55
23	Gráfico tendencial de la demanda bioquímica de oxígeno.	56
24	Gráfico tendencial del oxígeno disuelto.	56
25	Gráfico tendencial de los sólidos totales.	57
26	Gráfico tendencial de los Coliformes fecales.	57
27	Gráfico tendencial de la variación de la temperatura.	58
28	Gráfico tendencial de los fosfatos totales.	58
29	Gráfico tendencial de los nitratos.	59
30	Calidad de agua del bofedal de Mechahuasca.	66
31	Calidad de agua del bofedal de Paylacocho.	77
32	Resultados P.S.B, Hasta Mayo del 2012 a nivel del país.	96

LISTA DE ANEXOS

ANEXO N°	CONTENIDO	PÁGINA
1	Localización de la investigación con respecto a la R.P.F.CH.	106
2	División política con respecto a la R.P.F.CH.	107
3	Tabla del método del cálculo del ICA.	108
4	Tabla de los rangos de valores para calidad de agua según el índice WQI (ICA).	109
5	Tabla de cálculo de pago de incentivos programa socio bosque, solo comunidades.	109
6	Encuesta.	110
7	Muestras de los análisis químicos del agua.	159
8	Muestras de los análisis microbiológicos del agua.	173
9	Muestras de los análisis físicos y químicos del suelo.	175
10	Glosario.	177
11	Abreviaturas.	179
12	Fotografías	180

I. VALORACIÓN ECONÓMICA DE AGUA Y CARBONO ALMACENADO EN LOS BOFEDALES DE MECHAHUASCA Y PAYLACOCHA EN LA RESERVA CHIMBORAZO

II. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la gestión de humedales inicia en el año 1990 con los dos primeros sitios que fueron declarados como de importancia internacional de acuerdo al convenio Ramsar: Manglares Churute y el Área Marina del Parque Nacional Machalilla, ambos costeros. Sin embargo, para esa fecha, la importancia de los humedales aún no eran reconocidos en el país, poco se hablaba de humedales, ya que esta palabra era casi desconocida inclusive en el medio profesional.

Los humedales cobran importancia desde el año 1997, cuando EcoCiencia junto al ex-INEFAN inician el Inventario de los Humedales de Esmeraldas y Manabí, extendiéndose luego a todo el país con el proyecto Acciones Prioritarias de Conservación de los Humedales Ecuatorianos (Briones et al. 2001). Estas acciones producen un alto impacto al nivel nacional, de tal manera que la palabra “humedales” empieza ya a formar parte del léxico cotidiano, y a partir de esa fecha empiezan a declararse nuevos sitios de acuerdo al convenio Ramsar, debido al interés que muchos de ellos generaron. Sin embargo, la mayoría de estos son costeros o de tierras bajas, por lo que la representatividad de Humedales Altoandinos era nula.

El primer Humedal Altoandino, era el Parque Nacional Cajas, declarado Sitio Ramsar en el 2002, hasta que recientemente el Complejo de Humedales Ñucanchi-Turupamba (en el 2006) y el Complejo Llanganati (en el año 2008), se incluyen a la lista de humedales de importancia internacional Ramsar, los dos también Altoandinos.

Actualmente Ecuador posee un inventario completo de humedales a nivel nacional. Dentro de dicho estudio, en los altos Andes se identificaron 36 complejos de humedales y 59 humedales aislados, la mayoría lacustres, de estos 14 humedales son declarados Sitios Ramsar.

En general, estos humedales muestran una alta diversidad de flora y fauna, así como un alto endemismo y un buen estado de conservación. Esto se debe seguramente a que muchos Humedales Altoandinos ecuatorianos son de difícil acceso. Así mismo, estudios Limnológicos muestran índices de buena calidad de agua. Sin embargo, muchos humedales están siendo degradados con rapidez, debido a acciones antrópicas no sostenibles.

Los principales usos dados a los Humedales Altoandinos ecuatorianos son: obtención de agua para consumo humano y riego, generación hidroeléctrica, recreación, turismo, agricultura, ganadería, pesca, cacería deportiva, y de subsistencia, extracción de recursos de flora para medicina, elaboración de artesanías, construcción de viviendas como sitios sagrados. En el caso de los Humedales Altoandinos, su gestión se enmarca en la Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de los Humedales Altoandinos (2005-2015), que fue aceptada por la Convención de Ramsar. La Estrategia propone una gestión participativa donde se involucren todas las organizaciones y actores claves relacionados a cada humedal.

La estrategia tiene seis objetivos específicos referente a una visión compartida de los Humedales Altoandinos; su conocimiento científico y técnico; la conservación, manejo y uso sostenible de los recursos naturales y culturales de los Humedales Altoandinos, y los bienes y servicios asociados a estos; educación y comunicación; articulación de las políticas de conservación de los humedales y un sistema de auto-seguimiento y evaluación.

A. JUSTIFICACION

Se realizó la presente investigación para dar un valor económico al agua y carbono que se encuentra en los humedales (bofedales) de Mechahuasca y Paylacocho, este valor económico será beneficioso para las diferentes comunidades aledañas, que usan el aguay el suelo en sus actividades diarias como es la agricultura, ganadería y conservación del ecosistemapáramo, lo cual nos permitirá conocer la calidad y cantidad de agua que consumen.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Valorar económicamente el almacenamiento de agua y carbono en los bofedales de Mechahuasca y Paylacochoa en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

2. Objetivos específicos

- a.** Georeferenciar los bofedales de Mechahuasca y Paylacochoa y elaborar los mapas correspondientes.
- b.** Determinar la calidad del agua de los bofedales
- c.** Calcular la cantidad de almacenamiento del agua y carbono en los bofedales.

C. HIPÓTESIS

1. Nula

Los bofedales son ecosistemas que no ofrecen recursos económicos, sociales y culturales en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

2. Alterna

Los bofedales son ecosistemas que ofrecen recursos económicos, sociales y culturales en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

III. MARCO TEÓRICO

A. RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO

1. Generalidades

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo ubicada en el corazón del Ecuador, es relativamente pequeña, guarda una entrañable riqueza histórica, cultural y biológica, aunque su apariencia fría y agreste sugiera lo contrario. El imponente paisaje del abuelo Chimborazo elevándose por sobre los 6.000m de altitud quita el aliento, quien lo mire y desde donde se lo mire: la geométrica ciudad de Riobamba, la sinuosa ruta del tren hacia Guamote y Alausí, la carretera Ambato-Guaranda en el sector Cruz del Arenal o un frágil avión surcando los cielos andinos de Quito al austro o viceversa. No por nada, los pilotos de estas aeronaves anuncian siempre a sus pasajeros la proximidad del majestuoso volcán apagado asomando su corona nevada por encima de las nubes.

La Reserva de Producción Faunística Chimborazo se creó en 1987 con el objetivo principal de implementar en ella un programa de manejo de camélidos andinos (llamas, alpacas y vicuñas). Estos parientes cercanos de los afamados camellos de otras latitudes son los habitantes originales de nuestros altos páramos, pero que desaparecieron del país, en estado silvestre, hace muchísimos años. Por ello, la creación de esta reserva traía como meta reintroducir ejemplares de una estas especies, la vicuña, traídos de Perú y Chile, donde todavía viven en forma natural. De esta manera, se pretendía formar poblaciones silvestres y manejarlas para la obtención, principalmente, de su valiosa lana.

Además, cerca de ella también se encuentran poblaciones de importancia nacional como las ciudades de Ambato, Riobamba y Guaranda, tres capitales provinciales muy próximas a la R.P.F.CH. Estas ciudades, y otras poblaciones como Tisaleo, Guano o Cajabamba, se benefician de varios servicios que ofrece esta importante área protegida.

Desde la captación de aguas en los altos páramos, pasando por la regulación climática regional, hasta la contemplación cotidiana de su hermoso paisaje(FREIRE Juan F, 2005).

2. Descripción general

La R.P.F.CH comprende 58.506 hectáreas, dentro de tres provincias andinas centrales del Ecuador: Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Sin duda, la característica más sobresaliente de la reserva es el inmenso Chimborazo, la montaña más alta del país (6.310 metros sobre el nivel del mar). No obstante, también destaca el Carihuairazo que, con su perfil quebrado, apenas rebasa los 5.000 metros de elevación. Hasta hace pocos años, el Carihuairazo poseía –al menos por temporadas– un copo de nieve y un espeso glaciar. La “calvicie” de nieve que ahora ataca a este hermoso volcán apagado será discutida más adelante, cuando hablemos de los problemas de conservación en la reserva.

El paisaje de la R.P.F.CH está dominado por páramos de pajonal, hacia el este, y páramos bastante más secos, hacia el oeste. Si bien la topografía es quebradiza hacia las faldas de los dos volcanes, mostrando varios pliegues, filos de montaña y valles glaciares en forma de U, buena parte de la reserva es más bien plana y poco accidentada, como se evidencia en el sector del Arenal, en la carretera Ambato-Guaranda (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

El imponente Chimborazo impresiona al observador no solo por su gran estatura, sino por su grosor y la variedad de sus formas. El diámetro en la base de este tayta cerro se ha estimado en 20 kilómetros. Pero estos 20 km no son para nada uniformes; su aspecto no es simétricamente cónico, de anchas faldas, como el magnífico Cotopaxi, cuyo perfil se ve más o menos igual por todos los costados. Por el contrario, el Chimborazo muestra caras muy distintas si se lo mira desde el norte, el sur, el este, el suroeste, el noreste, etcétera; una cara distinta desde donde se lo observe.

El lado más ancho del Chimborazo mira hacia el sureste, mientras su costado más angosto lo hace hacia el oriente. La cumbre más alta es aquella localizada más hacia el suroeste. Según algunos investigadores antiguos, el Chimborazo tendría cinco o seis cumbres; otros más conservadores dicen que son solo tres (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Pero los andinistas más conocedores de esta montaña aseveran que son cinco:

Cumbre Ecuador o Whymper (6.310 m) al suroeste.

Veintimilla (6.267 m) al norte.

Abraspungo (6.200 m) al suroeste.

Central o Politécnica (6.200 m) al centro y

Oriental o Nicolás Martínez (6.100 m) al este.

Los antiguos exploradores que intentaron y algunos lo consiguieron escalarlo lo describían como un complejo de pirámides romas colosales sobre las cuales se arquean varias cimas con aspecto de gigantes domos elevados hacia el cielo.

No cabe duda que las nieves perpetuas del Chimborazo y sus glaciares son fuente vital de agua para los páramos, las zonas agrícolas y las poblaciones humanas de sus faldas y vecindades. De hecho, la ciudad de Guaranda, de 47.000 habitantes, se provee de agua potable proveniente en su totalidad del Chimborazo. Algo similar sucede con otras poblaciones alrededor del volcán, incluyendo las ciudades de Riobamba y Ambato, también alimentadas en grandísima proporción por el agua del coloso (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Un examen más detallado del paisaje de la R.P.F.CH nos permite descubrir una veintena de riachuelos naciendo del Chimborazo, una decena más naciendo del Carihuairazo y unas pocas surgiendo de otros cerros dentro de la reserva. Así, quebradas como Kuripakcha, Wuañuna y Paradanarrumi se juntan para formar los ríos Corazón e Illangana, mismos que se juntan aguas abajo en el río Guaranda, y éste finalmente en el Chimbo, que desciende hacia las llanuras costeras.

Las aguas de la RPF Chimborazo alimentan a las cuencas de los ríos Chimbo y Chambo, en Bolívar y Tungurahua; Guano, Chimborazo y Chibunga, en Chimborazo.

Aparte de los yermos páramos y punas que describiera Meyer hace más de un siglo, la R.P.F.CH alberga otros tipos de vegetación que describiremos más adelante. Más adelante también, demostraremos que Meyer se llevó una impresión equivocada de los páramos porque, aunque infértiles en apariencia, poseen una notable diversidad biológica

y muchas plantas y animales únicos y muy característicos de estos ecosistemas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

El rango altitudinal de la reserva va desde 3200 metros hasta la cumbre del Chimborazo, en estas altas y frías tierras, que para muchos podrían resultar inhóspitas por el clima frío, los vientos fuertes y helados y la intensidad del sol, habitan varias comunidades indígenas, hay unas diez parroquias en las inmediaciones de la reserva, que juntas suman alrededor de 70.000 habitantes. A más de estas parroquias, existen al menos unos 20 asentamientos pequeños, caseríos y casas solas, pero habitadas, dentro de la RPF Chimborazo.

La reserva está atravesada por dos carreteras asfaltadas de importancia. La primera une las ciudades de Ambato y Guaranda, y la segunda va desde Riobamba también hasta Guaranda, pero desemboca en la primera en un punto conocido como Cruz del Arenal, situado a 4.200 metros sobre el mar, de aquí parte una carretera más que cruza la reserva y llega a la población de Pachancho. Además, cuenta con cierta infraestructura en su interior que permite el desarrollo del ecoturismo, turismo comunitario y turismo de alta montaña.

Además, hay dos refugios de montaña bastante bien equipados para los intrépidos andinistas que desean coronar el Chimborazo, y ciertas facilidades de hospedaje, alimentación, descanso y paseo en comunidades como Cruz del Arenal, Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador Alto, al igual que puntos de acceso y control establecidos por el Ministerio del Ambiente en la vía Riobamba Guaranda y en el sector de Cruz del Arenal (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

La espectacularidad del Chimborazo, la única montaña que puede apreciarse desde la ciudad de Guayaquil en un día despejado, es absorbente. Si bien ahora la R.P.F.CH no recibe un flujo muy grande de turistas, éste se ha incrementado de manera considerable en la última década. Hasta 1998, el número de visitantes era poco significativo, pero para el 2007 ya supera los 8.000 turistas al año. Todavía poco si se compara con otras áreas protegidas del país, como Cotopaxi o Machalilla, pero sin duda un incremento importante (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

3. Historia

Los habitantes más antiguos que se sabe que vivieron en las comarcas del Chimborazo fueron los Puruhaes, al parecer descendientes de nativos amazónicos que habrían subido a los Andes hace miles de años. Se cree que el pueblo Puruhá era numeroso y que se circunscribía a la actual provincia de Chimborazo y sus inmediatas vecindades en Tungurahua, Bolívar y Cañar. En términos geopolíticos de aquellas épocas, limitaban hacia el norte con el pueblo Panzaleo, en las contemporáneas Tungurahua y Cotopaxi; al sur con el pueblo Cañari, en las actuales Cañar y Azuay; al oeste con el pueblo de los Chambos; y al este con la cuenca amazónica, habitada por varios pueblos cuyos descendientes ahora conocemos como Shuar, Waorani, Zapara y otros (FREIRE Juan F, 2005).

Cuentan los actuales habitantes campesinos de las vecindades del Chimborazo la siguiente historia de amor, como la aprendieron de sus abuelos y, éstos, de sus abuelos, en una sucesión oral que viene, sin duda, de tiempos milenarios.

El tayta Chimborazo y la mama Tungurahua mantenían un romance de siglos, fruto del cual nacían los valles, páramos, riachuelos y lagunas ubicados hacia el occidente de ambos volcanes. Con bocanadas de ceniza, vientos, lloviznas y relámpagos, estos dos enamorados se comunicaban y mantenían viva la chispa del amor. Sin embargo, a la mama Tungurahua le ganó la curiosidad (FREIRE Juan F, 2005).

A escondidas del gran tayta, despistándolo detrás de los velos de nubes, la mama Tungurahua empezó un romance clandestino con su vecino el CapacUrcu, el Altar.

En aquel entonces, el Altar lucía alto, imponente y magníficamente nevado.

El romance furtivo duró algún tiempo. Pero, como todo engaño, no se pudo ocultar para siempre. Las nubes se corrieron con el viento del oriente y el Chimborazo descubrió a los ocultos amantes. Enfurecido, descargó toda su fuerza colosal sobre el altivo CapacUrcu. Luego, le llegó la penosa noticia de que los amantes tenían un alcahuete: el Carihuairazo. Sin contemplaciones, la ira cayó también sobre el intermediario. Eso por eso que ahora, el Altar y el Carihuairazo lucen quebrados y más pequeños que el voluminoso tayta,

mientras la mama Tungurahua, dolida, mira hacia el nororiente, evitando la mirada todavía celosa del Chimborazo. A manera de reivindicación femenina, cabe mencionar que, según cuenta la tradición oral Puruhá, el Chimborazo tampoco fue un santo. Creían los Puruhaes que el inmenso monte, al ver una linda doncella sola por el campo, se ataviaba de elegantes trajes y bajaba a poseerla. Por ello, de cuando en cuando la mama Tungurahua, enardecida, le arrojaba bocanadas de ceniza que dejaban su immaculado traje blanco todo plumizo y deslucido (FREIRE Juan F, 2005).

4. Biodiversidad

a. *Ecosistemas y flora*

La biodiversidad de la R.P.F.CH no es muy grande, al menos si la comparamos con otras áreas protegidas de mayor extensión, mayor gradiente altitudinal y mayor cantidad de ecosistemas distintos. En la R.P.F.CH existen tres tipos de ecosistemas distintos, también llamados formaciones vegetales: bosque siempre verde montano alto, páramo herbáceo y páramo seco. A éstos se añade uno más, casi desprovisto de vegetación y con muy pocas especies de fauna habitándolo: las nieves perpetuas.

La diversidad de plantas en el bosque alto andino es muy importante. Algunas familias botánicas importantes entre las especies de árboles son Myrtaceae (los arrayanes y huilas), Buddlejaceae (kishuares), Melastomataceae (colcas y sietecueros) y Araliaceae (los pumamaqui). Estos árboles producen frutos generalmente pequeños y ricos en pulpas dulces, que atraen a varias aves comedoras de frutas, llamadas técnicamente aves frugívoras (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Entre las plantas epifitas y trepadoras sobresalen las ericáceas, como las zagalitas (algunas especies de *Disterigma*), caracterizadas generalmente por tener flores tubulares de tonos rosados. Estas flores poseen un rico néctar que atrae a numerosas especies de colibríes. Una situación semejante ocurre con las familias Onagraceae (los aretes), Alstroemeriaceae (los aretes de bruja y allpacorales), Gesneriaceae (las kallpas) y Geraniaceae (geranios). Otro grupo notable corresponde a los muérdagos y puchikunas de la familia Loranthaceae.

Estas plantas también crecen sobre otras plantas (árboles, más específicamente), pero esta vez en forma de parásitas que absorben sus nutrientes de la planta que les hospeda. A los muérdagos también acuden los colibríes en pos de néctar.

Por sobre los 3400 metros de altitud se encuentran los páramos herbáceos o páramos de pajonal. Este tipo de páramo está predominado, como lo sugiere su nombre, por hierbas y pastos, que están formando grandes penachos en zonas poco degradadas (donde dominan los *Calamagrostis* y *Festuca*)(Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Además, en estas zonas poco alteradas la aparente uniformidad de sus páramos se ve interrumpida y adornada por parchecitos de arbustos pequeños de las familias Asteraceae, Rosaceae, Verbenaceae y Melastomaceae (chilcas, campanitas, pikiyuyus, casantos y colcas).

Si bien pareciera una zona de escasa vegetación, el páramo herbáceo tiñe una valiosa diversidad de especies pequeñas y terrestres; son justamente ellas las que actúan como filtro y colchón para el agua que se almacena en los riquísimos suelos negros del páramo. En las almohadillas del páramo predominan especies de valerianas (Valerianaceae), orejuelas (Rosaceae), candelillas (Gesneriaceae), geranios (Geraniaceae), tilones y allparomeros (Lamiaceae), kallpachinas (Gentianaceae), zapatitos (Scrophulariaceae) y achicorias (Asteraceae)(Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Un poco más arriba (sobre 3800-4000 metros de altitud) y en zonas con escasísima humedad se encuentra el segundo tipo de páramo de la R.P.F.CH, el páramo seco, también llamado puna. Estas zonas son bien pobres en vegetación, misma que está intercalada con espacios de suelo duro, sea rocoso o, con más frecuencia, arenosos. En ciertas partes, donde los vientos son fuertes y persistentes, se ve la formación de dunas donde crecen ciertas plantas especializadas (por ejemplo una *Loricaria* de la familia Asteraceae).

Para terminar, sobre 4700 metros sobre el nivel del mar está una zona casi desprovista de vegetación, donde en invierno el suelo se cubre de nieve o granizo, y en verano el suelo es duro y está semi-desnudo. Muy pocas especies, como valerianas (Valerianaceae), verbesinas (Asteraceae) y hierbas (Poaceae), sobreviven en estos inhóspitos ambientes. Acerca de las nieves perpetuas y los glaciares veremos más adelante (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Existen pocos estudios de la flora de la R.P.F.CH. Uno de ellos, realizado en 1992 por el botánico ecuatoriano Carlos Cerón, da cuenta de 220 especies de plantas encontradas en 11 localidades dentro de la reserva. Los sitios de estudio de Cerón se localizaron entre 3860 y 4260 metros de altitud, en zonas de matorral alto andino, pajonal y arenal. Además, Cerón comparó sus resultados con aquellos de estudios botánicos previos como aquel de L. Diels, en 1937, y el eminente ambateño Misael Acosta-Solís, en 1965.

En este estudio, se documenta la existencia de parches de bosque y matorral alto andino, incluyendo bosquetes pantzas, en las laderas orientales del Carihuairazo. Mientras, en todas las faldas del Chimborazo se demuestra la existencia de vastos páramos de pajonal y páramos todavía más secos, como aquellos del afamado sector El Arenal, entre los dos volcanes extintos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Además, se indica que el sector más húmedo de la R.P.F.CH, donde los páramos fueron antiguamente más frondosos, es Urbina, en la zona oriental de la reserva. Mientras que los páramos occidentales son más secos, como sucede en el sector de Pachancho. Hay que tomar en cuenta, sin embargo, que la vegetación nativa de la reserva ha sido destruida en un gran porcentaje por el pastoreo de ganado y el crecimiento de la frontera agrícola. Por ello, el paisaje actual del Chimborazo no es aquel que existió originalmente en el área.

Por su parte, en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, se documenta la existencia de 146 especies de estas exclusivamente ecuatorianas en la R.P.F.CH.

b. Fauna

La fauna de la RPF Chimborazo se asemeja a aquella de otras zonas con ecosistemas similares: pocas especies dependientes de ecosistemas acuáticos, varias especies adaptadas a hábitat agrestes, algunas especies andinas comunes y ciertas especies raras o endémicas.

Debido a la ausencia de grandes humedales y la existencia de ríos pequeños únicamente, la fauna de peces es pobre. Se podría esperar la presencia de al menos una especie nativa de preñadilla (Astroblepidae) y de truchas introducidas; no obstante, la información sobre los peces del altura del país es tan limitada que no podemos asegurarlo. Eso sí, podemos aseverar que, de haber existido algún pez nativo en la R.P.F.CH (por ejemplo en el sector de Laguna Negra), el impacto de las truchas introducidas habrá sido tal, que aquel nativo posiblemente habrá desaparecido ya.

La diversidad de anfibios y reptiles también es baja, como es característica de los páramos herbáceos y secos del país. El célebre jambato (*Atelopusignescens*) habitó antiguamente estos páramos, pero se fue ya al limbo de las especies dolorosamente extintas. Otras tres especies se encuentran en la reserva: una rana marsupial (*Gastrothecariobambae*) y dos cutines (*Pristimantiscurtipes* y *Pristimantisunistrigatus*) (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

De ellas, la rana marsupial se considera amenazada de extinción. Además, otras cinco especies, todas ellas raras y amenazadas, podrían encontrarse en la RPF Chimborazo de acuerdo a los mapas generados por investigadores de la Universidad Católica de Quito.

Entre los reptiles apenas sabemos que existen dos o tres especies, la popularhuagsa (*Stenocercusguentheri*), la lagartija de jardín (*Pholidobolusmontium*) y quizá una lagartija minadora del género *Riama*.

Hablar de los mamíferos de la Reserva Chimborazo trae ya mayores satisfacciones. Si bien no existe un listado completo de especies de la reserva, al estudiar en detalle el libro Mamíferos del Ecuador, es posible documentar la existencia de al menos 17 especies.

Algunos de ellos viven en la clandestinidad de los espesos bosques andinos, como la musaraña (*Cryptotis equatoris*), el chucuri (*Mustela frenata*), un par de murciélagos y unas cuatro especies de ratones de campo. A su vez, otros viven en los ventosos páramos, sea escondiéndose entre los pajonales y arbustos como el conejo (*Sylvilagus brasiliensis*) y el ratón marsupial (*Caenolestes fuliginosus*) o andando a saltos y carreras por sobre ellos, como el lobo de páramo (*Lycalopex culpaeus*), el venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*) y el puma (*Puma concolor*) (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Pero la característica más notable de la fauna mamífera de la R.P.F.CH son sin duda sus vicuñas (*Vicugna vicugna*) pastando libremente.

Esta esbelta y ágil especie se extinguió del país hace muchas décadas por la cacería excesiva en pos de su valioso pelaje. Tan antigua fue la extinción de la vicuña, que los habitantes locales decían desconocer a este animal al momento de su reintroducción. Hacia fines de los años 1980s, un plan de reintroducción y manejo de estos camélidos andinos, promovido por el propio Ministerio del Ambiente (que en aquel entonces no se llamaba todavía como tal) resultó en la liberación de decenas de vicuñas en esta reserva y el Parque Nacional Cotopaxi. Ahora, se estima que su población ha crecido a más de 2000 ejemplares. Todo un éxito.

En los páramos generalmente secos del Chimborazo se encuentran algunas aves especialmente adaptadas para estos ecosistemas. La perdiz de páramo (*Nothoprocta curvirostris*) es una especie casi endémica del Ecuador que gusta de los páramos herbáceos, mientras que la agachona de páramo (*Attagis gayi*) busca zonas más desprovistas de vegetación, usualmente donde hay muchas rocas cubiertas de líquenes y pocas plantas pequeñas y rastreras. Asimismo, el canastero listado (*Asthenes wyatti*) y el minador (*Geositta tenuirostris*) se han acostumbrado a una existencia furtiva facilitada por sus plumajes sombríos que se camuflan armónicamente con el fondo pardo arenoso de los páramos secos.

Para terminar, la diversidad de micro-fauna es, esa sí, un absoluto misterio. Sin duda alguna, cientos de insectos, arácnidos, lombrices y varios otros invertebrados deambulan por los rincones más insospechados de la RPF Chimborazo. Su merodear pacífico y anónimo, aunque parezca insignificante por su tamaño, es fundamental por su papel ecológico. Sin los invertebrados, las aves, anfibios y demás no tendrían qué comer; el suelo no sería tan fértil; las plantas no serían polinizadas; la vida en la RPF Chimborazo no sería factible. Al menos no en la forma fascinante que conocemos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

5. Atractivos turísticos

Indudablemente, el atractivo principal y más célebre de la reserva es el gran Chimborazo. Aunque ascenderlo no es tarea sencilla, varios turistas llegan cada año con el propósito de hacerlo. La mejor ruta para subir, según los entendidos, es por el suroeste, por la que se conoce como la ruta de Whympers.

Existen dos refugios en esta ruta, uno a 4.800 y otro a 5.000 metros de elevación. A partir del segundo refugio, la escalada puede tomar unas ocho horas aproximadamente, por lo que es necesario buen entrenamiento, experiencia previa y equipo de montañismo adecuado (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

El Carihuairazo también es destino de andinistas, aunque más discreto que su inmenso vecino. Algunas operadoras turísticas ofrecen este tour, que ciertos montañistas consideran de aclimatación y entrenamiento para ascender luego al Chimborazo. Para otros, la misma escalada en roca y hielo del Carihuairazo, tras haber caminado por los helados parajes del valle de Abraspungo, es ya toda una aventura.

En Cunuyacu, al noroeste de la reserva se encuentran unos baños termales que se acceden por el antiguo camino Guaranda-Ambato. Aunque la actividad volcánica del Chimborazo y el Carihuairazo cesaron hace más de mil años, unas pocas fuentes de aguas calientes permanecen abiertas, atestiguando su remanente incandescencia interior.

Otra característica muy interesante del turismo en la R.P.F.CH es el turismo comunitario. Gracias al apoyo de algunas organizaciones de conservación nacional e internacional, varias organizaciones comunitarias están ahora generando sus propios proyectos de turismo comunitario, que incluyen actividades en las propias comunidades y visitas a la reserva, un ejemplo de ello es la comunidad Cruz del Arenal, establecida hace pocos años precisamente tras un proyecto de turismo. En Cruz del Arenal se construyó el albergue UrkuWasi, restaurante y tienda, que constituye el punto central de esta dispersa población pequeña. En la tienda se venden manualidades hechas por las mujeres de Cruz del Arenal. Este proyecto ha ayudado, en cierta medida, a disminuir la extrema pobreza de la comunidad (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

Uno de los atractivos infaltables en las caminatas y tours al Chimborazo es el Templo de Machay, descrito anteriormente. A éste se llega tras una buena caminata de un par de horas desde Casa Cóndor. Operadoras de turismo basadas en Riobamba, como PuruhaRazurku, llevan a sus turistas desde Casa Cóndor hacia este templo, pasando por los criaderos de alpacas, las zonas “vicuñeras” y el célebre Árbol Solitario: un frondoso árbol en medio del páramo que brinda una acogedora sombra para descansar.

Otras ofertas más especializadas de turismo incluyen el ya mencionado ascenso al Chimborazo y al Carihuairazo, algunas rutas de caminata (o trekking), incluyendo una caminata desde El Arenal, por las yungas en dirección a la Costa, otra de volcán a volcán por todo el Abraspungo y otra rodeando al Chimborazo. Similares paseos se pueden hacer en bicicletas de montaña. Una especialista en tours de montaña, radicada en Riobamba, es Expediciones Andinas, del reconocido andinista Marco Cruz (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

B. LOS BOFEDALES

1. Generalidades

Los humedales son ecosistemas permanentes o temporales en los que convergen los biotopos acuático y terrestre, poseen un alto grado de saturación del suelo por agua.

Son humedales las riberas fluviales, estuarios, zonas intermareales, lagunas, pantanos, charcos, ámbitos inundables, pasturas con alto grado de humedad o totalmente saturados y, para nuestra zona Altoandino las denominadas áreas de bofedales conocidas localmente como “oqhonaes”, donde la convergencia de agua y suelo es propicia para el desarrollo de formaciones vegetales heterogéneas, lo que les confiere una alta biodiversidad que tipifica una biota singular.

Por la alta capacidad de absorción de agua, hasta la saturación, los humedales retienen agua durante la temporada lluviosa, amortiguando las inundaciones y manteniendo reservas para la temporada seca. Además son trampas naturales para la retención de sedimentos; aportan agua a los acuíferos; surten agua a riachos y manantiales; mejoran la calidad del agua gracias a su capacidad filtradora.

Los humedales constituyen una reserva importante de agua dulce. Sin embargo, como resultado de los cambios climáticos ocurridos en los últimos 25 años, la superficie total de glaciares se ha reducido en un 22%. Como consecuencia de esa merma se ha perdido alrededor del 12% del volumen de agua dulce de reserva.

Las comunidades campesinas andinas, se desarrollaron en un ambiente frágil, donde el agua representa un elemento esencial para la supervivencia. Actualmente, la población andina se ve afectado por el cambio climático; hoy se percibe con mayor frecuencia e intensidad las sequías, inundaciones, vientos huracanados, lluvias torrenciales, granizadas, heladas, nevadas y descongelamiento de los glaciares, con efectos severos en los cultivos, pastizales, ganado, bienes inmuebles y la salud de la población. Los que más

sufren por este fenómeno inducido es el ecosistema Altoandinos, ecosistema frágil y que depende del agua; sufre también el poblador rural.

En este ecosistema, ubicado por encima de los 3,500m, la principal actividad económica del poblador es la crianza de camélidos sudamericanos domésticos. (FLACHIER, 2009).

2. ¿Que son los Bofedales?

Constituye un área de terreno importante, saturado de humedad debido a que el suelo es rico en materia orgánica, de escaso drenaje y densamente cubierto de vegetación cespitosa, por lo que mantiene un nivel constante de agua; generalmente se halla ubicado en las altas cumbres, junto a los deshielos; sin embargo, también es usual encontrarlos en planicies de escasa pendiente.

El bofedal es un pastizal permanentemente húmedo con suelos hidromorfos y poco drenados. Se ubica en terrenos planos saturados de humedad, encontrándose a lo largo de riachuelos lentos, al borde de las lagunas y pantanos o sobre acuíferos subterráneos.

Es característica para la parte más alta de la pradera andina. Las especies que predominan en los bofedales son *Alchemillapinnata*, *Alchemilladiplophylla*, *Lilecopsis andina*, *Calamagrostiseminens*, *Hipochoerisstenoccephala*, entre otros.

Los bofedales, son ecosistemas de alto valor biológico e hidrológico; son el hábitat de especies vegetales y animales, funcionan como reguladores del flujo hídrico al retener agua en la época húmeda y liberarla en época seca; de ahí que en la pradera andina los ríos y riachos aún cuentan con agua hasta en los meses más críticos como agosto o septiembre.

Estos ecosistemas cuya existencia depende de las condiciones hídricas del suelo y de la materia orgánica que éste posee. Así, el bofedal sobrevive gracias al aporte de agua constante de escorrentías glaciales, manantiales y un nivel freático alto. Debido a estas

características, los bofedales constituyen un refugio para diferentes especies de flora y fauna, proveyéndoles los insumos necesarios para su supervivencia.

Los bofedales forman parte de la economía de las comunidades Altoandinos, ya que son ecosistemas que brindan pasturas y otros recursos vegetales como algas y hongos, especies medicinales para el consumo humano y la alimentación de ganado, e incluso para intercambiar productos con otros grupos humanos; sin embargo, el servicio más importante que brindan es el de ser una fuente de agua, almacenan y regulan sin el cual la supervivencia de las comunidades se vería amenazada, pues a grandes alturas, el recurso hídrico en general y los ríos en especial, se presenta en volúmenes importantes solo en época lluviosa, mientras que los bofedales destacan como una fuente de agua y pasturas durante todo el año (FLACHIER, 2009).

3. Funciones ecológicas y servicios eco sistémicos de los bofedales

Los humedales proveen una serie de productos para la subsistencia del poblador rural, especialmente vinculado a la producción de pasturas naturales para la actividad pecuaria. Pero todavía otras posibilidades no han sido exploradas, como la producción de algas con fines alimenticios e industriales, plantas medicinales o el desarrollo del ecoturismo para observadores de aves.

Investigaciones y estudios especializados permiten postular que los humedales andinos son ecosistemas estratégicos de reserva y sostenibilidad del ciclo hidrológico, en realidad es allí donde se inician los cursos de agua.

Los humedales son ecosistemas altamente productivos para el desarrollo humano, albergan peces, son zonas de pasturas para camélidos andinos, refugio de gran cantidad de aves, importantes para ecoturismo y brindan servicios ambientales. Los lagos, lagunas, pantanos y turberas de los Andes son ecosistemas de enorme importancia estratégica para cientos de miles de personas. Su valor ecológico, económico, social y cultural debe ser tenido en cuenta para el diseño y ejecución de políticas de desarrollo en la región.

Además de ser importantes fuentes de agua; los Humedales Altoandinos tienen una diversidad biológica singular. Muchas especies de plantas y animales que los habitan no se encuentran en otro lugar y en ellos se congregan temporalmente varias especies de aves migratorias. Algunos de estos humedales son refugio y sitio de reproducción de fauna amenazada.

Uno de los servicios ambientales que brinda el humedal Altoandinos es la provisión de agua a las comunidades campesinas, también son fuente de agua para riego de suelos agrícolas, generación hidroeléctrica, piscicultura y consumo humano aguas abajo.

Los Humedales Altoandinos son importantes espacios de vida y de riqueza cultural, fecundos en simbolismos y valores espirituales para las comunidades campesinas.

Estos valores tradicionales vinculados a los humedales, forman parte de la herencia cultural andina y deben ser considerados en el manejo del espacio natural.

Los servicios que brindan los Humedales Altoandinos no son ilimitados y que la degradación de estos ecosistemas acarrea la pérdida no sólo de fuentes esenciales de agua, sino de los otros beneficios que ofrecen dichos ambientes, incluyendo su potencial para la recreación y el ecoturismo. Por ello, si se quiere continuar aprovechándolos, se debe conservarlos y su uso no debe rebasarlos límites del umbral crítico, más allá del cual su deterioro se hace irreversible (FLACHIER, 2009).

4. Problema actual de los bofedales

A pesar de la importancia de los humedales, hoy son ecosistemas amenazados y se han perdido o alterado como consecuencia del drenaje, urbanización, agricultura, construcción de represas, sobre pastoreo, construcción de carreteras, contaminación y otras formas de intervención en el sistema ecológico e hidrológico(FLACHIER, 2009).

5. Manejo y conservación de los humedales

La conservación y el uso sustentable de los humedales deben desarrollarse a través de un enfoque integrado que considere los distintos ecosistemas asociados. Para el caso de los humedales continentales, resulta esencial referirse a las cuencas hidrográficas como unidades ambientales.

Con el fin de que los planes de manejo sean realmente eficaces debe dar importancia la participación de los diferentes sectores involucrados en la utilización de los recursos naturales y la comunidad local. Considerando que los humedales son zonas dinámicas que presentan variabilidad temporal, los planes de manejo deben someterse a análisis y revisión permanente.

Las interacciones de los componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal, como el suelo, agua, plantas y animales, hacen posible que el humedal desempeñe funciones vitales, como el almacenamiento de agua; protección contra inundaciones; control de la erosión; recarga de acuíferos; purificación de las aguas mediante la retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes; y estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente la precipitación y la temperatura (FLACHIER, 2009).

6. Acciones prioritarias a desarrollar

a. Organizar empresarialmente a los productores.

Una de las debilidades en el ámbito de la pradera andina es el predominio del individualismo.

b. Evaluación y análisis de los principales recursos hídricos se sugiere:

Inventario y catastro de los cursos de agua, lagunas, humedales.

Estudio del balance hídrico durante el año.

Estudio de la oferta y demanda hídrica.

Estudio y determinación del caudal ecológico.

Determinación del afianzamiento hídrico con la finalidad de la regulación en el uso del agua en un determinado sector para la productividad (FLACHIER, 2009).

C. LA CONVENCIÓN RAMSAR EN EL ECUADOR

1. Generalidades

La Convención de Ramsar es un tratado internacional que tiene por objeto la conservación y el uso racional de los humedales marinos, estuarios, lacustres, ribereños, palustres y humedales artificiales.

La Convención define a los humedales como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” Como su nombre oficial lo indica, la Convención de Ramsar fue inicialmente concebida como un instrumento para la protección del hábitat de las aves acuáticas.

Actualmente la Convención ha ampliado su enfoque hacia una perspectiva más integral de conservación y uso racional de este ecosistema frágil, debido a la importancia de las funciones ecológicas de los humedales; su valor cultural, científico y recreativo; los servicios que proveen a las sociedades; y, su incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas (LA CONVENCIÓN RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008).

2. Historia

a. Adopción

En el año de 1960 surge la preocupación por la conservación de los humedales debido a que grandes extensiones de estos ecosistemas se estaban destruyendo en Europa. En la Conferencia MAR (1962) se presentó formalmente una propuesta de texto de la Convención. El 2 de Febrero de 1971, tras varias revisiones, la Convención fue

formalmente adoptada por 18 países reunidos en la ciudad Iraní de Ramsar (LA CONVENCION RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008).

b. Enmiendas

La Convención entró en vigor en Diciembre de 1975, una vez que siete países habían enviado sus instrumentos de ratificación o adhesión. La Convención cuenta a la fecha con dos enmiendas al texto original. La primera enmienda data de 1982 Protocolo de París. La segunda enmienda data de 1987 enmiendas de Regina.

El Protocolo de París entró en vigor en el año de 1986. En este texto se formuló un procedimiento para enmendar la convención. Además, se adoptaron versiones oficiales del tratado en los siguientes idiomas: alemán, árabe, español, francés, inglés y ruso

Las enmiendas de Regina establecieron reformas a la estructura organizativa de funcionamiento de la conferencia de las partes, secretaría y comité permanente de la convención. Además, se incluyó un procedimiento para enmendar la convención, que no había sido previsto en el texto original, estas enmiendas entraron en vigor en 1994 (LA CONVENCION RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008).

3. Adhesión del Ecuador a la convención Ramsar

El Ecuador se adhirió a la convención de Ramsar en el año 1990. El instrumento jurídico adoptado para incorporar la convención en el ordenamiento jurídico interno es el decreto No. 1496 de 4 de Mayo de 1990, publicado en el Registro Oficial No. 434 de 10 de Mayo de 1990.

El artículo primero del decreto No. 1496 señala: “adhiérase el Ecuador a la convención sobre humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR), suscrita en Ramsar, Irán, el 2 de Febrero de 1971” de conformidad con el artículo 10, la convención entró en vigor cuatro meses después de la fecha de adhesión.

Desde entonces, el Ecuador ha realizado esfuerzos importantes para dar cumplimiento a los compromisos de conservación y uso racional de humedales previstos en la convención de Ramsar. Entre ellos, destacan la designación de sitios de importancia internacional, el establecimiento del marco institucional responsable de la aplicación de la convención y el diseño de políticas sobre la conservación y uso racional de los humedales (LA CONVENCIÓN RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008).

4. Aplicación de la convención de Ramsar

a. Designación de humedales en territorio Ecuatoriano

A la fecha, Ecuador ha designado 14 sitios que han sido incluidos en la lista de humedales de importancia internacional:

Reserva Ecológica de Manglares Churute Sitio Ramsar N° 502

Machalilla (Zona marina) Sitio Ramsar N° 503

Reserva Biológica Limoncocha Sitio Ramsar N° 956

Abras de Mantequilla Sitio Ramsar N° 1023

La Segua Sitio Ramsar N° 1028

Isla Santay Sitio Ramsar N° 1041

Refugio de Vida Silvestre Isla Santa Clara Sitio Ramsar N° 1142

Laguna de Cube Sitio Ramsar N° 1143

Humedales del Sur de Isabela Sitio Ramsar N° 1202

Parque Nacional Cajas Sitio Ramsar N° 1203

Reserva Ecológica de Manglares Cayapas-Mataje Sitio Ramsar N° 1292

Complejo de Humedales Ñucanchi Turupamba Sitio Ramsar N° 1625

Complejo Llanganati Sitio Ramsar N° 1780

La Tembladera (LA CONVENCIÓN RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008)

b. El Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional

En el Ecuador la institucionalidad relacionada con los humedales es reciente y ha estado siempre vinculada a la autoridad ambiental nacional. Así, desde la adhesión del Ecuador a la convención de Ramsar, las competencias específicas fueron inicialmente asumidas por el Ministerio de Agricultura que, a esa fecha, era la autoridad encargada de aplicar la Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre. Desde 1992 y hasta la creación del Ministerio del Ambiente, las competencias asignadas al Ministerio de Agricultura fueron ejercidas por el instituto ecuatoriano forestal y de áreas naturales y de vida silvestre INEFAN organismo especializado que fue fusionado al Ministerio del Ambiente en 1999.

Desde entonces, el Ministerio del Ambiente, creado en 1996, ha consolidado su condición de autoridad nacional en la gestión de áreas protegidas, razón por la cual es en la actualidad el punto focal de varios tratados internacionales ambientales, como la convención de Ramsar(LA CONVENCIÓN RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008).

5. La Convención de Ramsar en el ordenamiento jurídico del Ecuador

a. Jerarquía jurídica supra legal de los tratados internacionales en el Ecuador

En el Ecuador, a la fecha de adhesión de la Convención de Ramsar, los tratados internacionales no tenían un efecto jurídico importante en el ordenamiento jurídico nacional, pues eran normas de carácter infralegal, jerárquicamente equivalentes a normas reglamentarias o de gestión ministerial. Así lo establecía la Constitución Política del Ecuador de 1979.

No obstante, la codificación de la constitución política del ecuador, realizada en 1998, transformó el esquema jurídico relativo a los tratados internacionales y les otorgó el carácter de normas supralegales; esto es, normas que prevalecen sobre leyes nacionales excepto la constitución, que es la norma suprema y otras normas de menor jerarquía.

Este esquema fue ratificado por la constitución política del Ecuador recientemente aprobada en referéndum y vigente desde el 20 de Octubre del 2008. El artículo 425 de la constitución política dispone: El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos

Desde una perspectiva jurídica, la *supralegalidad* de los tratados internacionales ha generado un importante efecto para la aplicación de la Convención de Ramsar en el Ecuador, que se refleja a través del establecimiento de un marco jurídico básico para la conservación y uso racional de los humedales, y que la legislación Ecuatoriana la ha adoptado progresivamente pues, en gran medida, el régimen jurídico ambiental nacional se fundamenta en los postulados contenidos en tratados internacionales ambientales, como por ejemplo la Convención de Ramsar (LA CONVENCIÓN RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008).

b. La Convención de Ramsar como norma subsidiaria

A la fecha de adhesión de la Convención de Ramsar, el ordenamiento jurídico Ecuatoriano no establecía un marco jurídico específico para la protección de este ecosistema. La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, vigente desde 1981, no incluyó a los humedales como una categoría específica, aunque dentro del esquema administrativo de manejo de las áreas naturales se establecieron categorías de manejo que, indudablemente, han contribuido a la protección de estos ecosistemas.

En este marco, la adhesión del Ecuador a este tratado ha sido considerada como un acierto jurídico, pues su incorporación al ordenamiento jurídico nacional llenó un importante vacío normativo de la ley Ecuatoriana y ha sentado las bases normativas para la construcción de un régimen jurídico de protección de humedales en el Ecuador, que se caracteriza por una evolución progresiva que, en la actualidad, clasifica a los humedales

como ecosistemas frágiles y/o altamente sensibles y, a futuro, integrarán el sistema nacional de áreas naturales protegidas bajo criterios de representatividad, previstos en la política y estrategia de biodiversidad en el Ecuador (2001 – 2010), Plan Estratégico del sistema nacional de áreas protegidas del Ecuador (2007-2016); y, en la propuesta de política y estrategia nacional para la Conservación y uso racional de los humedales en el Ecuador.

Los efectos jurídicos analizados: definir un esquema supralegal subsidiario de protección jurídica a ecosistemas que no están específicamente protegidos por la legislación nacional, se reflejan en gran medida en la posibilidad desproteger sitios de importancia internacional ubicados en el Ecuador que, de otraforma, no recibirían protección estatal. Este es el caso del humedal Isla Santay (LA CONVENCION RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008).

D. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

1. Definición

Es un sistema de información especializado en el manejo y análisis de información geográfica (geoespacial).

2. Un SIG debe satisfacer los siguientes requerimientos

- a.** Capacidad de hacer preguntas a la base de datos sobre la existencia de localizaciones y propiedades de una amplia gama de objetos espaciales.
- b.** Eficiencia en el manejo de las preguntas, de tal forma que el sistema sea interactivo.
- c.** Flexibilidad y adaptabilidad, con el fin que pueda ser utilizado por múltiples usuarios que tengan diferentes necesidades.
- d.** Capacidad de manejar bases de datos grandes y heterogéneos de datos orientados espacialmente.

3. Ventajas de los SIG

- a. Datos físicamente almacenados en forma compacta.
- b. Mantenimiento y recuperación de datos a costos más bajos.
- c. Datos espaciales y no espaciales analizados simultáneamente.
- d. Los modelos conceptuales pueden ser probados rápidamente y repetidas veces, facilitando su evaluación.
- e. Análisis de cambios temporales ejecutados eficientemente.

4. Desventajas de los SIG

- a. Costos y problemas técnicos iniciales para convertir datos analógicos a un formato digital.
- b. Necesidades de especialistas para mantener datos en formato digital.
- c. Alto costo de adquisición de equipos y programas.

5. Funciones de un GIS

“Sistema integrado de captura, almacenamiento, manipulación, análisis y visualización, de información relativa a intereses de naturaleza geográfica”(GOODCHILD, 1985).

“Sistemas automatizados para la captura, almacenamiento, composición, análisis y visualización de datos geo espaciales”(CLARKE, 1990).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La investigación se realizó en los bofedales de Mechahuasca y Paylacocho, sector Cunucyacu, comunidad Yacupartina, Parroquia Pilaguín, Cantón Ambato, Provincia Tungurahua. **Anexo 1**

a. Límites

- Norte: Cantón Ambato.
- Sur: Cantón Guano
- Este: Cantones Tisaleo y Mocha.
- Oeste: Cantón Guaranda.

b. Superficie

El área de la investigación tiene una extensión de 286 Ha

2. Ubicación geográfica

- Altitud: 4260 m
- Latitud: S 00° 22' - 10"
- Longitud: W 78° 47' - 55"

3. Características climáticas

Temperatura promedio anual: - 3° a 7 °C.

Precipitación promedio anual: 800 mm/año

Humedad relativa: 80%

4. Clasificación ecológica

- **Regiones climáticas**

Frío de alto andino y húmedo a templado seco (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

- **Zonas de vida**

La zona de vida denominada Bosque Muy Húmedo Sub Alpino (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006 y Mapa Bioclimático de Ecuador, Cañadas 1983).

5. Características del suelo

Los suelos de la reserva son de origen volcánico, formados a partir de rocas, sedimentos y tobas volcánicas pliocénicas. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

6. División política

La reserva de producción de fauna Chimborazo consta por 3 provincias y 6 cantones.

Provincias: Chimborazo, Bolívar y Tungurahua.

Cantones: Ambato, Tisaleo, Mocha, Riobamba, Guano, Guaranda. **Anexo 2**

7. Hidrografía

Como todos los nevados, el Chimborazo y el Carihuairazo constituyen gigantescos reservorios de agua en estado sólido, importantes para el abastecimiento de este recurso para el consumo humano, animal y para la agricultura.

En la Provincia de Tungurahua se encuentran los Ríos Blanco, Colorado, Yatso, y Mocha los cuales desembocan en el Río Ambato; en la Provincia de Bolívar, los Ríos Guaranda, Culebrillas, Ganquis y Salinas que son afluentes del Río Chimbo; y en la Provincia de Chimborazo los Ríos Guano, Chimborazo y Chibunga, afluentes del Chambo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, plan de Manejo R.P.F.CH, 2006).

B. MATERIALES

1. Materiales para campo

- Cartografía base de la Reserva de Producción Fauna Chimborazo escala 1:150.000
- Cartografía temática escala 1:25.000 proporcionada por CLIRSEN en:
Poblados, ríos vías, límites cantonales y parroquias
- De ser posible Imágenes Spot multiespectrales resolución 30m y 14.25m, imagen satelital Aster lo más actual posible.
- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Flexómetro
- Flotadores
- Cronómetro
- Cilindros muestreadores.
- Balanza.
- Botellas esterilizadas y herméticas
- Reactivos
- Cajas Petri.
- Vasos para precipitación.

2. Materiales para oficina

- Computadora: Intel Core i2 Duo de 3 GHz, Disco duro de 200 GB, Memoria Ram de 3GB
- Plotter – color para impresiones A0
- Impresora a color
- Libreta para campo, lápiz.
- Software: ArcGis 9.3

C. METODOLOGÍA

1. Identificación geográfica de la bofedales

- a. Se realizó un recorrido de reconocimiento por los bofedales, en conjunto con guardaparques de la Reserva Chimborazo.
- b. Se recopiló información de los comuneros que transitan por la zona mediante encuestas (anexo 6)
- c. Seguidamente se realizó un estudio geográfico de la zona a investigar para determinar la existencia y extensión del humedal (bofedal).

Dándose en dos fases: (i) preliminar sin supervisión y (ii) supervisada, de esto dependió la creación de los mapas de diferentes años y su dinámica de cambios actualizados al año 2012.

La fase preliminar permitirá suponer las zonas de mayor acumulación de humedad y presencia de agua, y tener un insumo base de trabajo de campo.

En cambio la fase supervisada permite comprobar si las suposiciones realizadas son efectivas y, de no serlo, se puede hacer correcciones y ajustar la cartografía a la realidad de la zona.

- d. Después se tomó coordenadas geográficas en el campo, del perímetro del área de la investigación mediante un GPS, el objetivo principal del trabajo de campo desde el punto de vista geográfico, fue la identificación espacial de ciertas áreas de la imagen satelital que no pudieron ser determinadas en gabinete.
- e. Además, se registró las coordenadas geográficas de las diferentes coberturas de vegetación como, fue el uso y cobertura del suelo.
- f. Como una herramienta adicional, se tomó fotografías del área recorrida de la investigación, con el fin de levantar información de las zonas con amplia visibilidad y obtener una base de datos.

2. Determinación del análisis de calidad de agua

- a.** Existen muchos métodos para analizar la calidad de agua, también existen un sin número de parámetros a evaluar lo importante es seleccionar un método de análisis que se ajuste a las necesidades de valoración económica de los bofedales, el método utilizado en la investigación fue el ICA (Índice de Calidad de Agua).
- b.** Se identificaron puntos de muestreo de los bofedales.
- c.** Se realizó recorridos previos a la recolección de la muestra.
- d.** Se recolectó 14 muestras de agua de diferentes puntos de los bofedales.
- e.** Las muestras recolectadas y codificadas se trasladaron al laboratorio de ciencias de la ESPOCH, para sus respectivos análisis.
- f.** Para el cálculo del ICA se analizó 9 parámetros básicos que fueron:
 - Oxígeno disuelto.
 - Coliformes fecales.
 - pH.
 - Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
 - Variación de temperatura.
 - Fosforo total.
 - Nitratos.
 - Turbidez.
 - Sólidos totales disueltos.
- g.** Aplicado el índice ICA se reconoció si el agua de los bofedales contienen problemas de contaminación o si son aguas utilizables para consumo humano, sin tener que recurrir a la observación de cada una de las numerosas variables fisicoquímicas del agua.
- h.** Con los resultados obtenidos se dio un valor económico a la calidad de agua.

3. Cálculo de la cantidad de almacenamiento de agua y carbono

- a.** Medición de humedad volumétrica en turba: La humedad del suelo es un parámetro importante para la investigación en agricultura y recursos hídricos, es sumamente significativo determinar el volumen de almacenamiento de agua en el bofedal.
- b.** El muestreo se lo realizo al azar.
- c.** Se tomaron muestras en sectores que presentaron características diferentes
- d.** En los bofedales/turberas se retiró la capa vegetal dejando descubierto para poder recolectar 10 muestra de suelo correspondiente en un cilindro de dimensiones 5x5 cm.
- e.** La muestra fue codificada y llevada al laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH para su procesamiento y análisis de almacenamiento de humedad, carbono y más elementos correspondiente.
- f.** Con los resultados obtenidos del laboratorio se realizó los cálculos respectivos para determinar el % de almacenamiento de carbono.
- g.** Para el almacenamiento del agua se realizó la toma de datos, de los canales en los bofedales, en diferentes épocas del año.
- h.** Con los datos obtenidos se procedió a realizar los respectivos cálculos para determinar el caudal del agua que tienen los bofedales en el transcurso del año.
- i.** Con los resultados obtenidos se dio un valor económico a la cantidad de almacenamiento de agua y carbono.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA TURBEAS Y MAPAS CORRESPONDIENTES.

1. Imagen satelital del área de la investigación año 1987

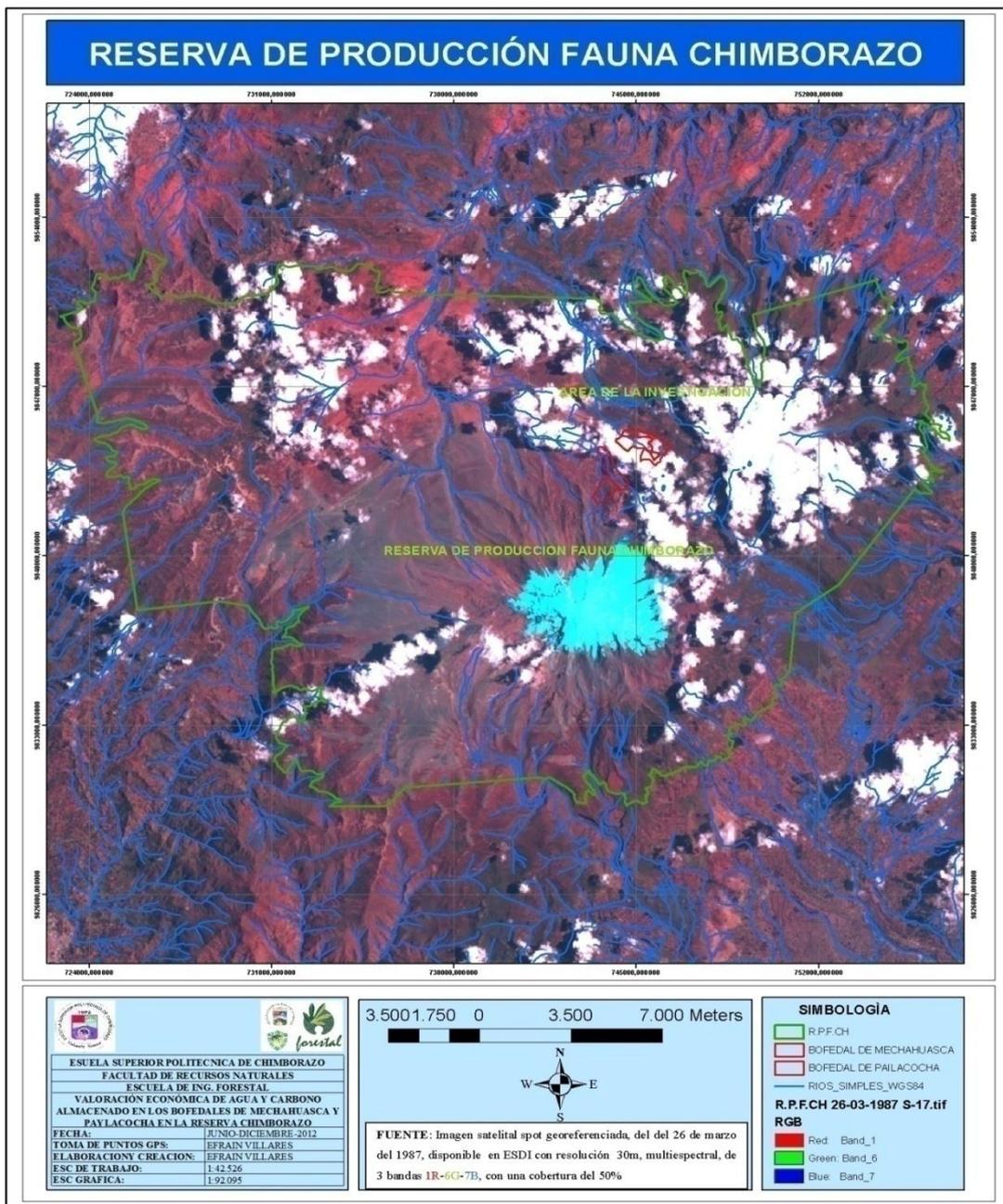


Gráfico 1. Imagen satelital spot georeferenciada tomadas desde un punto de control, con resolución 30 m, multispectral, de 3 bandas 1R-6G-7B, del 26 de marzo del 1987, disponible en ESDI, con una cobertura del 50%.

2. Imagen satelital del área de la investigación año 2009

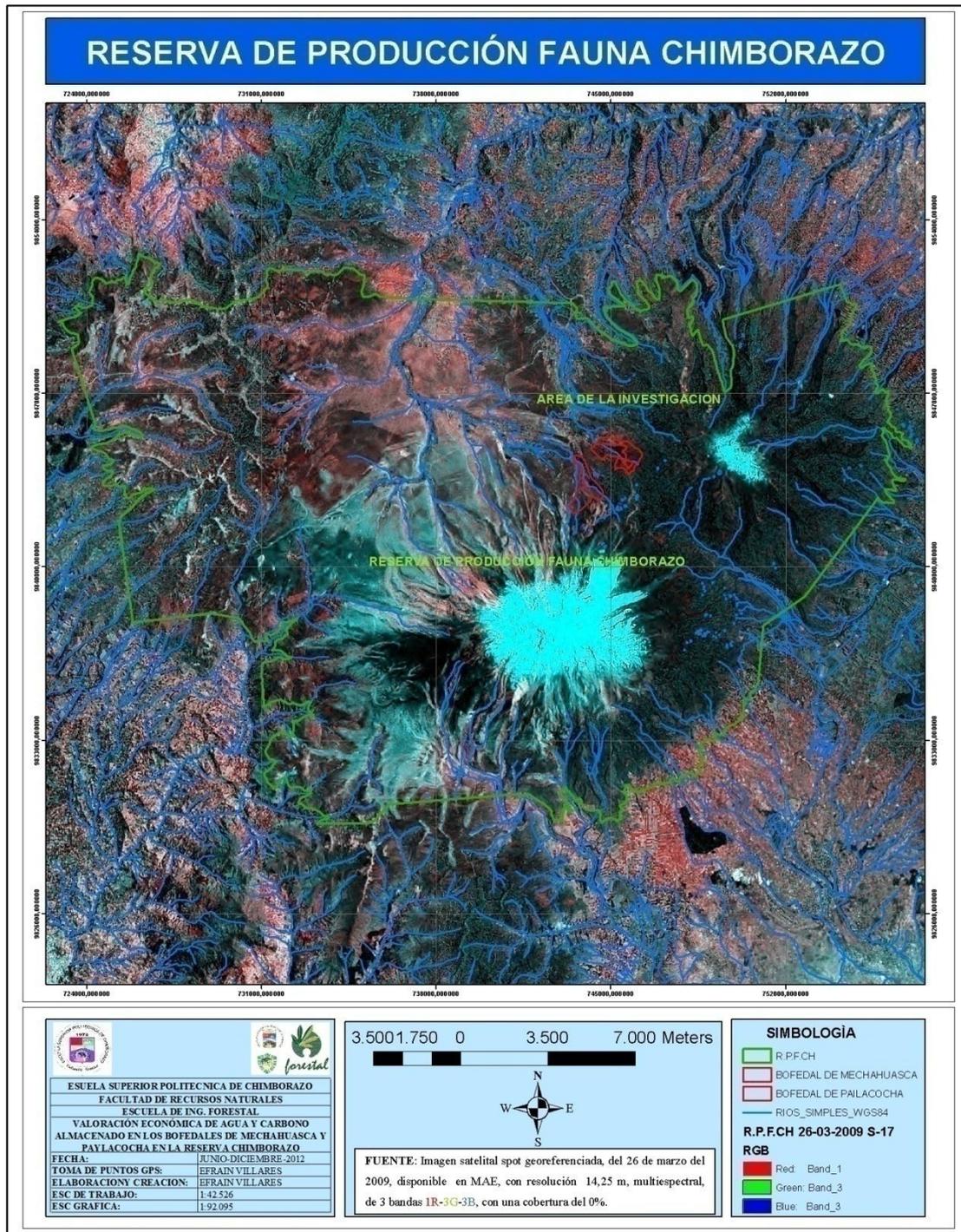


Gráfico 2. Imagen satelital spot georeferenciada tomadas desde un punto de control, con resolución 14,25 m, multispectral, de 3 bandas 1R-3G-3B, del 26 de marzo del 2009, disponible en MAE, con una cobertura del 0%.

3. Mapa de uso y cobertura del suelo de los bofedales de Mechahuasca y Paylacochoa al año 1987

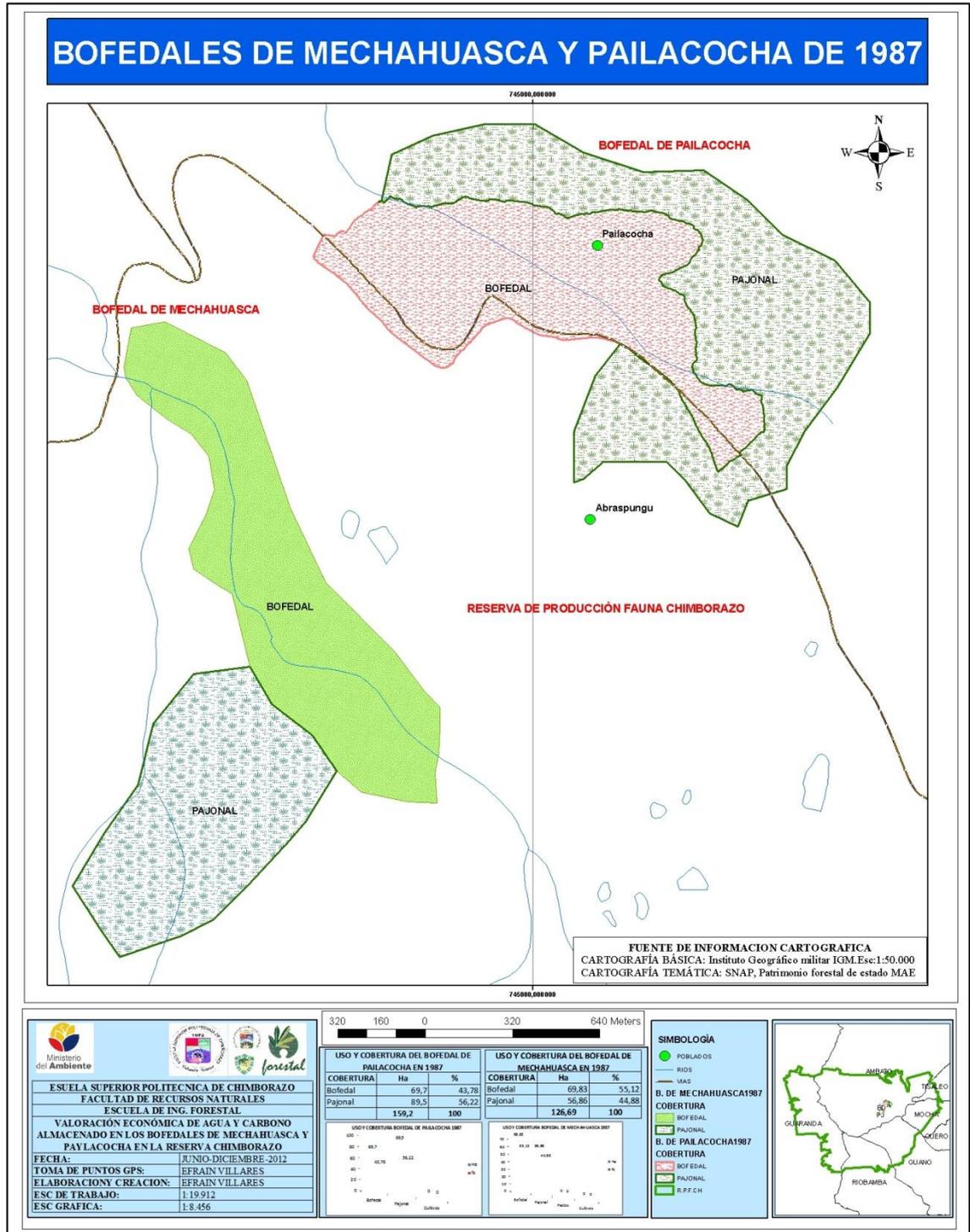
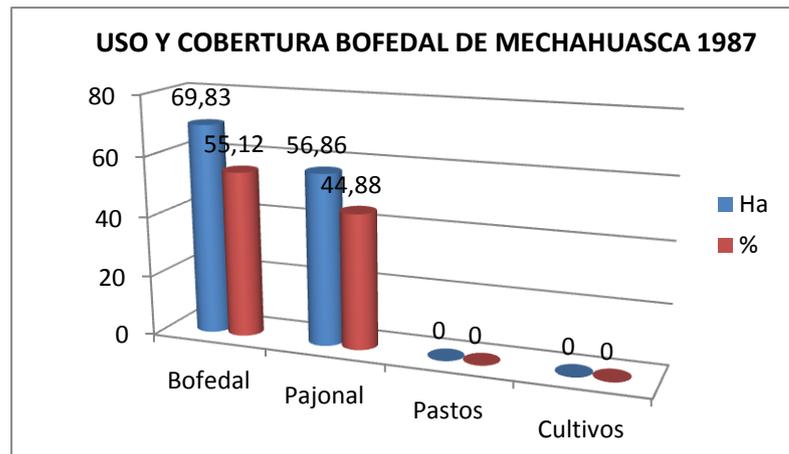


Gráfico 3. Mapa de uso y cobertura del año 1987 donde existía una mayor cobertura de humedal existiendo 286 Ha, y no existiendo suelos con uso agrícola.

Tabla 1. Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 1987

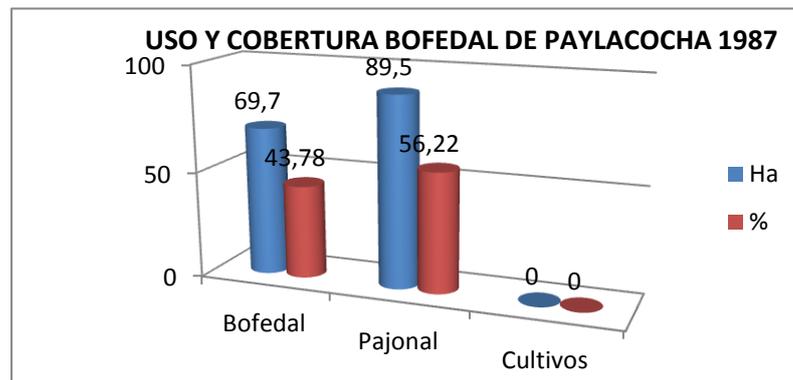
USO Y COBERTURA DEL BOFEDAL DE MECHAHUASCA EN 1987		
COBERTURA	Ha	%
Bofedal	69,83	55,12
Pajonal	56,86	44,88
Pastos	0	0
Cultivos	0	0
	126,69	100

**Gráfico 4.** Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 1987

En el año 1987 la cobertura del humedal de Mechahuasca fue de 126,69 Ha equivalente a un porcentaje del 100%, representando la mayor superficie de bofedal con 69,83 Ha igual a 55,1%, mientras que para el pajonal fue de 56,86 Ha equivalente al 44,88%.

Tabla 2. Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocho al año 1987

USO Y COBERTURA DEL BOFEDAL DE PAYLACOCOA EN 1987		
COBERTURA	Ha	%
Bofedal	69,7	43,78
Pajonal	89,5	56,22
Cultivos	0	0
	159,2	100

**Gráfico 5.** Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocho al año 1987

De igual manera en el año 1987 la cobertura del humedal de Paylacocho fue de 159,2 Ha equivalente a un porcentaje del 100%, representando la mayor superficie de pajonal con 89,5 Ha igual a 56,22%, mientras que para el bofedal era de 69,7 Ha equivalente al 43,78%

En el año 1987 los humedales tanto el de Mechahuasca como el de Paylacocho no contienen cambios en el uso del suelo y que eran bien conservados y protegidos.

4. Mapa de uso y cobertura del suelo de los bofedales de Mechahuasca y Paylacocho al año 2009.

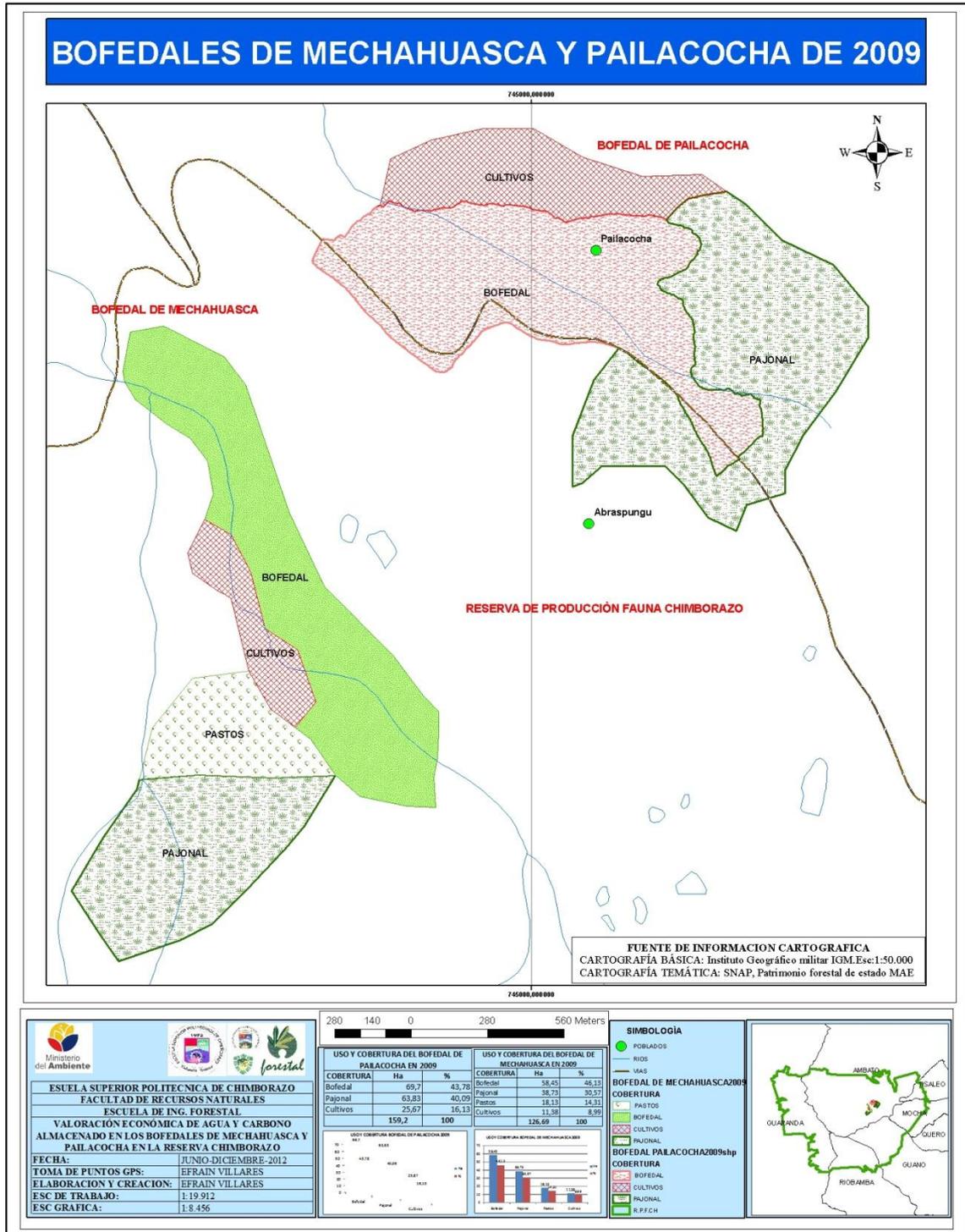
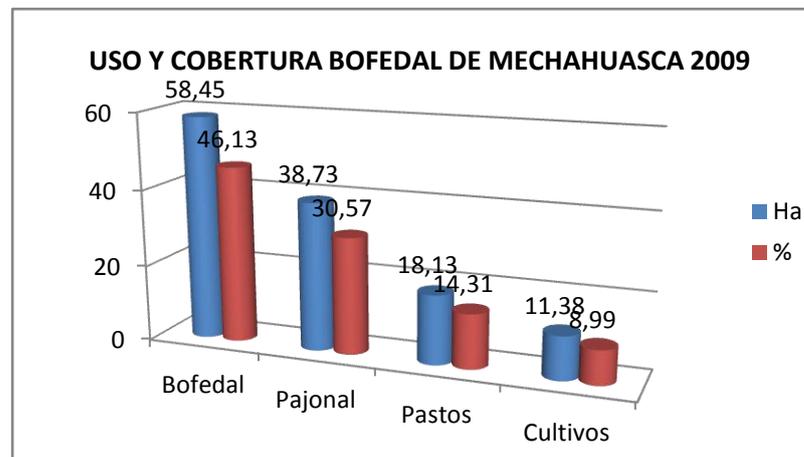


Gráfico 6. Mapa de uso y cobertura al año 2009 donde se presentan una cobertura de humedal existiendo 230,71 Ha, encontrando suelos con uso agrícola con una extensión de 55,18 Ha.

Tabla 3. Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 2009

USO Y COBERTURA DEL BOFEDAL DE MECHAHUASCA EN 2009		
COBERTURA	Ha	%
Bofedal	58,45	46,13
Pajonal	38,73	30,57
Pastos	18,13	14,31
Cultivos	11,38	8,99
	126,69	100

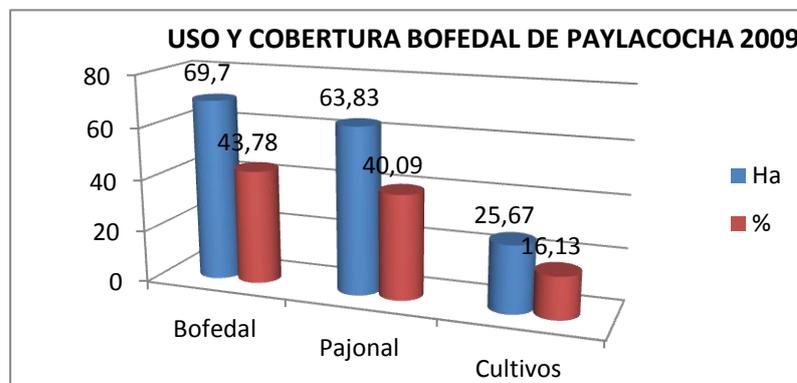
**Gráfico 7.** Uso y cobertura del suelo bofedal de Mechahuasca al año 2009

En el año 2009 la cobertura del humedal de Mechahuasca fue de 126,69 Ha equivalente a un porcentaje del 100%, existiendo un cambio en el uso del suelo donde se pudo representar la mayor superficie de bofedal con 58,45 Ha igual a 46,13%, para el pajonal fue de 38,73 Ha equivalente al 30,57%, pastos con 18,13 Ha representado el 14,31% y finalmente teniendo cultivos con 11,38 Ha semejante a 8,99%.

Para el año 2009 en el Humedal de Mechahuasca existió un cambio de uso de suelo con 29,51 Ha equivalente al 23,29%

Tabla 4. Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocha al año 2009

USO Y COBERTURA DEL BOFEDAL DE PAYLACOCHA EN 2009		
COBERTURA	Ha	%
Bofedal	69,7	43,78
Pajonal	63,83	40,09
Cultivos	25,67	16,13
	159,2	100

**Gráfico 8.** Uso y cobertura del suelo bofedal de Paylacocha al año 2009

De igual manera para el año 2009 la cobertura del humedal de Paylacocha fue de 159,2 Ha equivalente a un porcentaje del 100%, existiendo un cambio en el uso del suelo donde se pudo representar la mayor superficie de bofedal con 69,7 Ha igual a 43,78%, para el pajonal fue de 63,83 Ha equivalente al 40,09%, y cultivos con 25,67 Ha representado el 16,13%.

Para el año 2009 en el Humedal de Paylacocha existió un cambio de uso de suelo en 25,67 Ha igual al 16,13%

5. Mapa de cambios ocurridos en el uso y cobertura del suelo entre 1999 y 2009

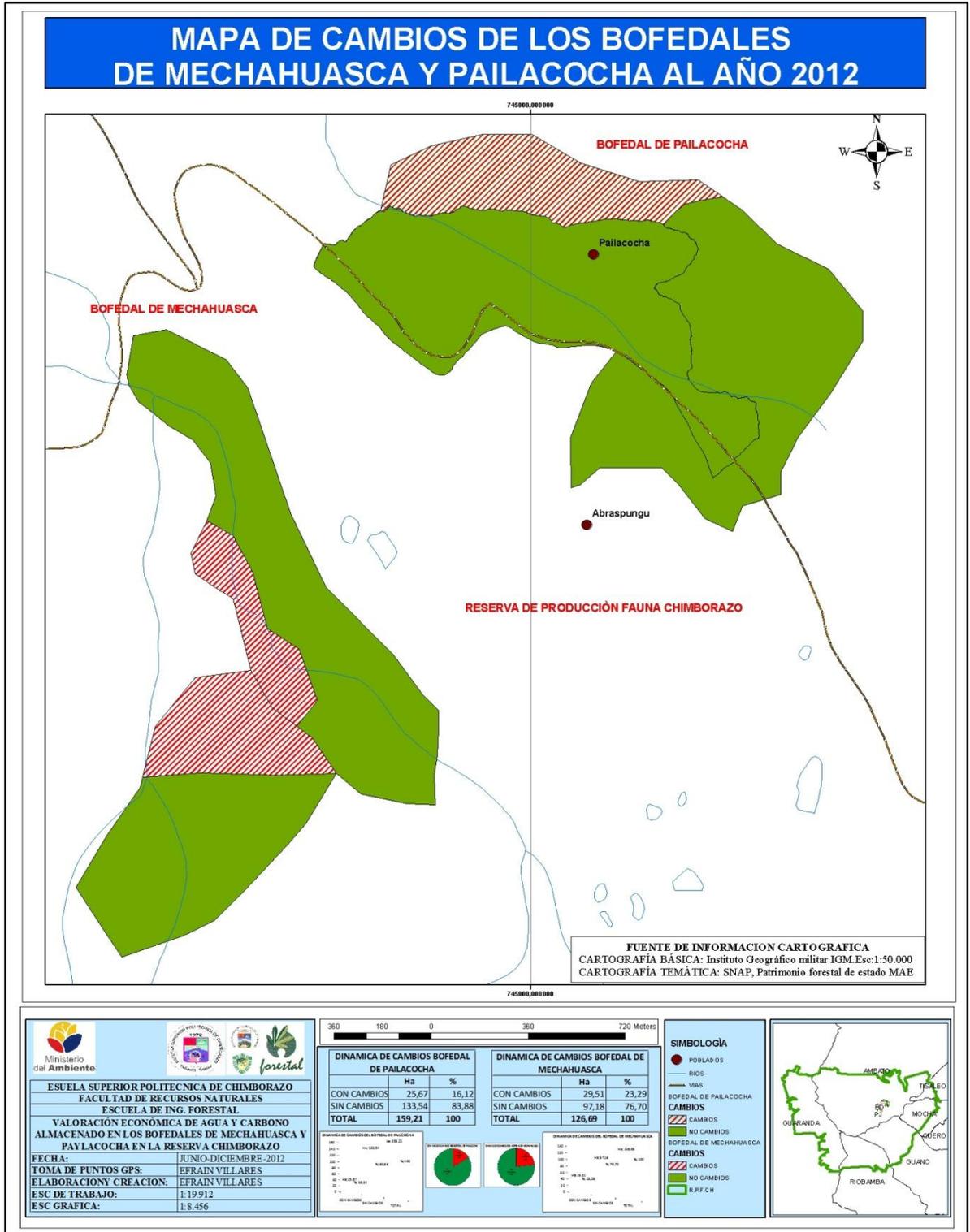


Gráfico 9. Mapa de cambios ocurridos en el uso y cobertura de los bofedales de Mechahuasca con 23% con cambios, 77% sin cambios, en el bofedal de Paylacoche con 17% con cambios, 84% sin cambios, entre 1987 y 2009 actualizado al 2012.

Tabla 5. Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Mechahuasca, periodo 1987-2009, actualizado al 2012

DINAMICA DE CAMBIOS BOFEDAL DE MECHAHUASCA		
	Ha	%
CON CAMBIOS	29,51	23,29
SIN CAMBIOS	97,18	76,70
TOTAL	126,69	100

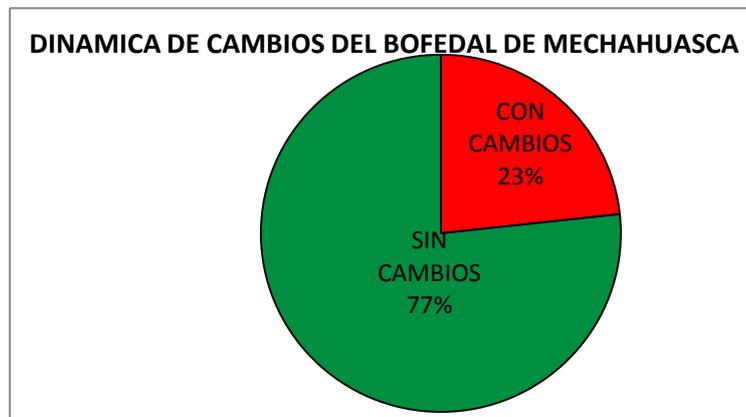
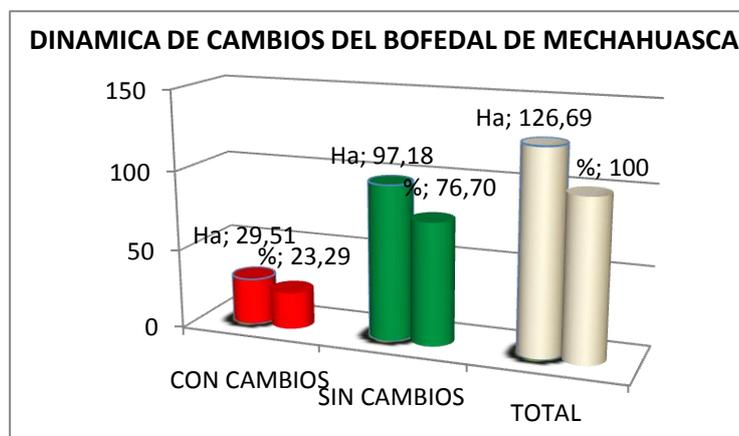


Gráfico 10. Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Mechahuasca, periodo 1987-2009, actualizado al 2012

Para la dinámica de cambios ocurridos en el año 2009 y actualizado al 2012 en el humedal de Mechahuasca, la cobertura y uso del suelo no se presentaron cambios en un área de 97,18 Ha equivalente al 76,74%, mientras que en 29,51 Ha equivalente al 23,29% se registraron cambios de uso y cobertura del suelo.

Tabla 6. Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Paylacocho, periodo 1987-2009, actualizado al 2012

DINAMICA DE CAMBIOS BOFEDAL DE PAYLACOCHA		
	Ha	%
CON CAMBIOS	25,67	16,12
SIN CAMBIOS	133,54	83,88
TOTAL	159,21	100

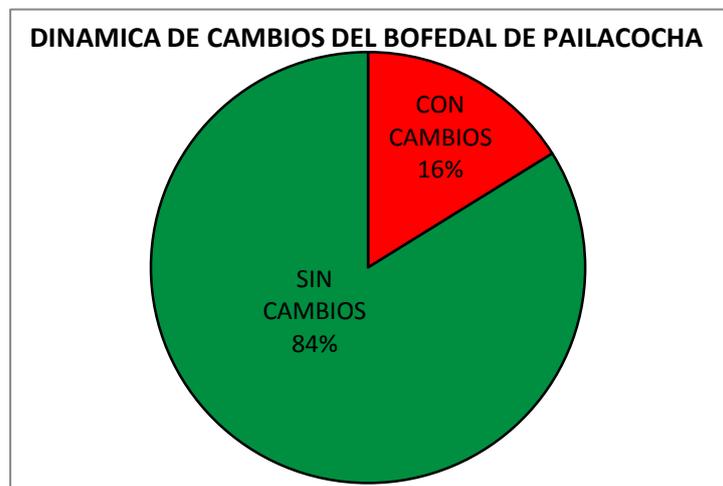
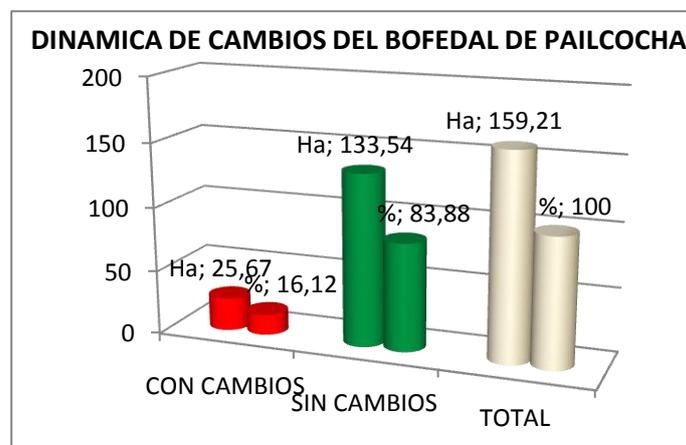


Gráfico 11. Resumen de la dinámica de cambio de la cobertura y uso del suelo del bofedal de Paylacocho, periodo 1987-2009, actualizado al 2012

Para la dinámica de cambios ocurridos en el año 2009 y actualizado al 2012 en el humedal de Paylacocho, la cobertura y uso del suelo no se presentaron cambios en un área de 133,54 Ha equivalente al 83,88%, mientras que en 25,67 Ha equivalente al 16,12% se registraron cambio de uso y cobertura del suelo.

6. Matriz de cambios entre el periodo 1987 al 2009 y actualizado al 2012

Tabla 7. Matriz de cambios periodo 1987-2009 y actualizada al 2012 bofedal de Mechahuasca.

MATRIZ DE CAMBIOS PERIODO 1987 VS 2009 BOFEDAL DE MECHAHUASCA							
			2009				
			BOFEDAL	PAJONAL	CULTIVOS	PASTOS	TOTAL ha
		Ha	58,45	38,73	11,38	18,13	126,69
1987	BOFEDAL	69,83	-11,38				
	PAJONAL	56,86		-18,13			
	CULTIVOS	0			11,38		
	PASTOS	0				18,13	
	TOTAL ha	126,69					

Tabla 8. Matriz de cambios periodo 1987-2009 y actualizada al 2012 bofedal de Paylacocha.

MATRIZ DE CAMBIOS PERIODO 1987 VS 2009 BOFEDAL DE PAYLACOCCHA							
			2009				
			BOFEDAL	PAJONAL	CULTIVOS		TOTAL ha
		Ha	69,7	63,83	25,67		159,20
1987	BOFEDAL	69,7	0				
	PAJONAL	89,5		-25,67			
	CULTIVOS	0			25,67		
	TOTAL ha	159,20					

En el transcurso de 22 años en los humedales de Mechahuasca y Paylacocha se generó nuevas coberturas de uso de suelos, investigación realizada mediante la generación de una matriz de cambio mediante el cruce de los mapas de los años 1987 y 2009, donde se pudo notar que las nuevas áreas son las siguientes:

Humedal de Mechahuasca, los bofedales disminuyeron en 11,38 Ha, el pajonal en 18,13Ha, áreas que fueran sustituidas y cambiado su uso de suelos por cultivos y pastos con 11,38 Ha y 18,13 Ha respectivamente.

Mientras que para el humedal de Paylacocho, los bofedales no existió cambio del uso del suelo, mientras que el pajonal disminuyó en 25,67Ha, esta diferencia de área fue sustituida por cultivos.

7. Aplicación de las encuestas a los pobladores de la comunidad Yacupartina

Tabla 9. Nivel de instrucción de la comunidad Yacupartina

NIVEL DE INSTRUCCIÓN		
	PERSONAS	%
Licenciatura	2	4,17
Secundaria	15	31,25
Primaria	31	64,58
TOTAL	48	100

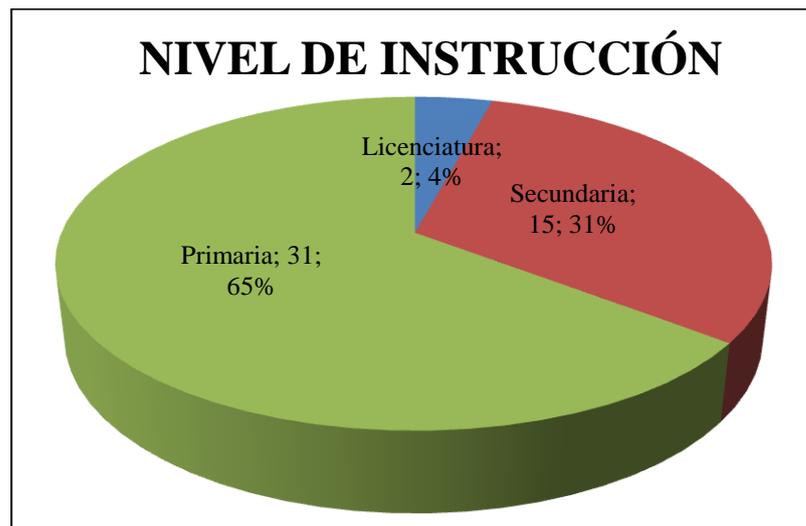
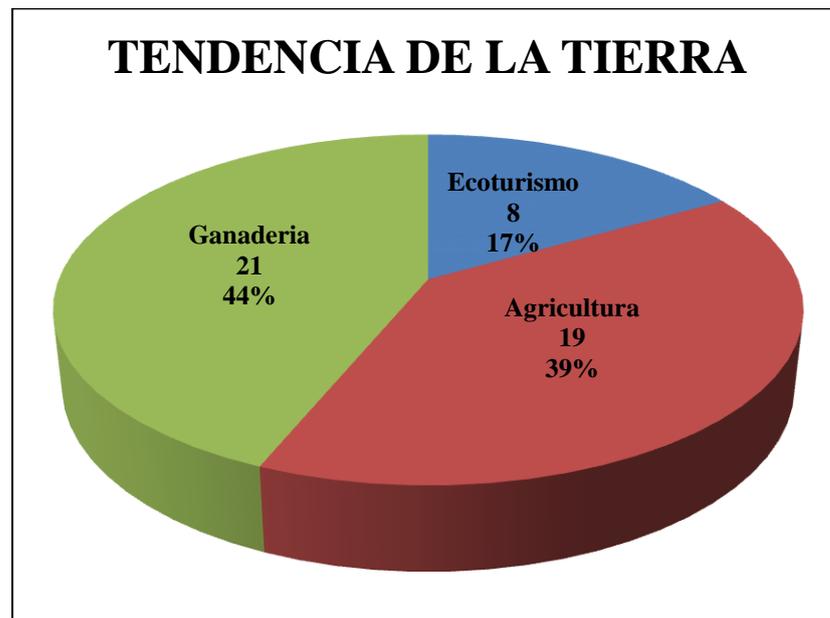


Gráfico 12. Nivel de instrucción de la comunidad Yacupartina.

Mediante las encuestas en la comunidad de Yacupartina que viven en los alrededores de los bofedales de Mechahuasca y Paylacocho se dio que la mayoría de las personas siguieron la instrucción primaria con un 65%, la secundaria con un 15%, y 2 personas que representan el 4% han obtenido una licenciatura, bajo estos resultados podemos decir que la mayoría de la población no sigue una carrera por falta de recursos económicos.

Tabla 10. Tendencia de la tierra de la comunidad Yacupartina

TENDENCIA DE LA TIERRA		
	PERSONAS	%
Turismo	8	16,67
Agricultura	19	39,58
Ganadería	21	43,75
TOTAL	48	100

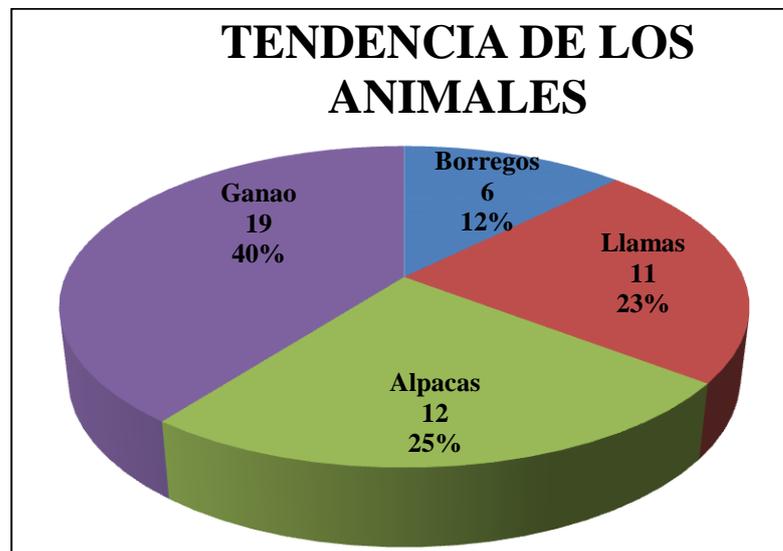
**Gráfico 13.** Tendencia de la tierra de la comunidad Yacupartina.

La población de la comunidad Yacupartina se benefician económicamente del uso del suelo utilizando su mayor parte para la ganadería con un 44%, con la agricultura con el 19%, y apenas un 17% del suelo se benefician para el ecoturismo comunitario.

Los suelos de los bofedales les mantienen en cuidado mientras que los suelos usados para la ganadería y agricultura se encuentran fuera de los bofedales.

Tabla11. Tendencia de los animales de la comunidad Yacupartina

TENDENCIA DE LOS ANIMALES		
	PERSONAS	%
Borregos	6	12,5
Llamas	11	22,92
Alpacas	12	25
Ganado	19	39,58
TOTAL	48	100

**Gráfico 14.** Tendencia de los animales de la comunidad Yacupartina.

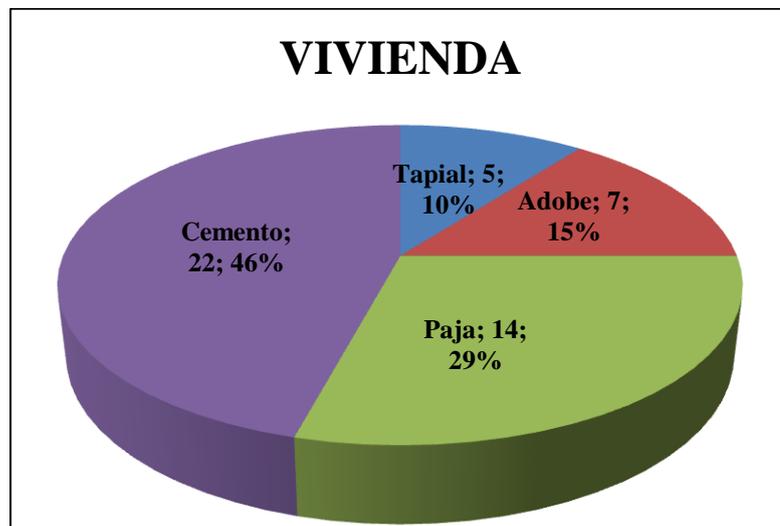
La comunidad de Yacupartina se dedica directamente al cuidado y manejo del ganado vacuno con un 40% donde se benefician de la leche producto de venta a la ciudad de Ambato.

También se dedican al tejido de la lana de las llamas y alpacas produciendo artesanías de la zona como sombreros, guantes y bufandas los cuales venden a los turistas, ingresos que son utilizados en beneficio de la comunidad.

De los borregos que mantienen son usados para su alimento familiar

Tabla 12. Vivienda de la comunidad Yacupartina

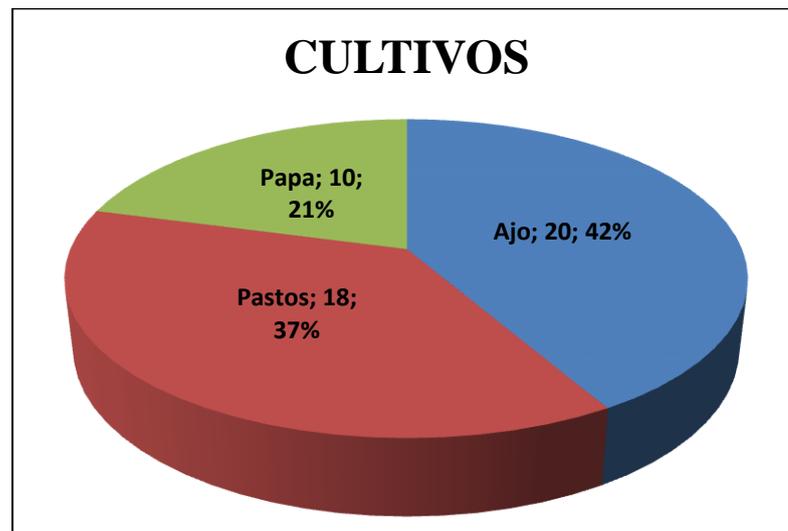
VIVIENDA		
	PERSONAS	%
Tapial	5	10,42
Adobe	7	14,58
Paja	14	29,17
Cemento	22	45,83
TOTAL	48	100

**Gráfico 15.** Vivienda de la comunidad Yacupartina.

Las familias de la comunidad Yacupartina tienen viviendas en su mayoría de cemento con el 46%, donadas por el gobierno nacional con el proyecto del MIDUVI, las casas de paja tienen aproximadamente 14 familias lo que representa el 29%, de adobe 7 familias aproximadamente que representa el 15%, y solamente el 5 familias que representa el 10% tienen sus viviendas de tapial.

Tabla 13. Cultivos de la comunidad Yacupartina

CULTIVOS		
	PERSONAS	%
Ajo	20	41,67
Pastos	18	37,5
Papa	10	20,83
TOTAL	48	100

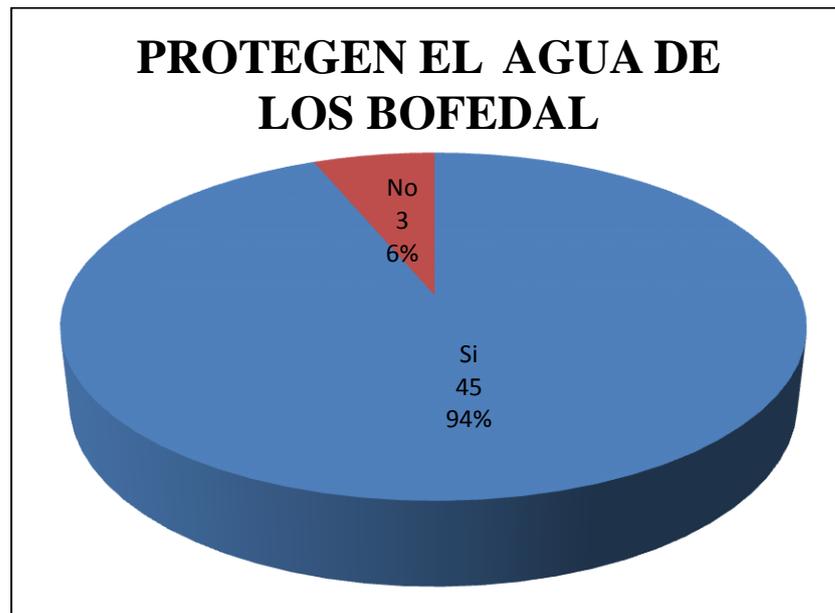
**Gráfico 16.** Cultivos de la comunidad Yacupartina.

Las familias de la comunidad Yacupartina que radican cerca de los bofedales se dedican a la siembra de Ajo en un 20,42%, que es el producto que les genera ingresos económicos debido que este cultivo se desarrolla a estas alturas, además realizan la siembra de pasto con el 37% para la mantención de su ganado, pasto que los 2 o 3 primeros años son excelentes, con el transcurso del tiempo los suelos se erosionan y por ende la pérdida de cobertura vegetal.

También se dedican al cultivo de papa con el 21%, como alimento para sus familias y venta.

Tabla 14. Protegen el agua en los bofedales de la comunidad Yacupartina

PROTEGEN EL AGUA DE LOS BOFEDAL		
	PERSONAS	%
Si	45	93,75
No	3	6,25
TOTAL	48	100

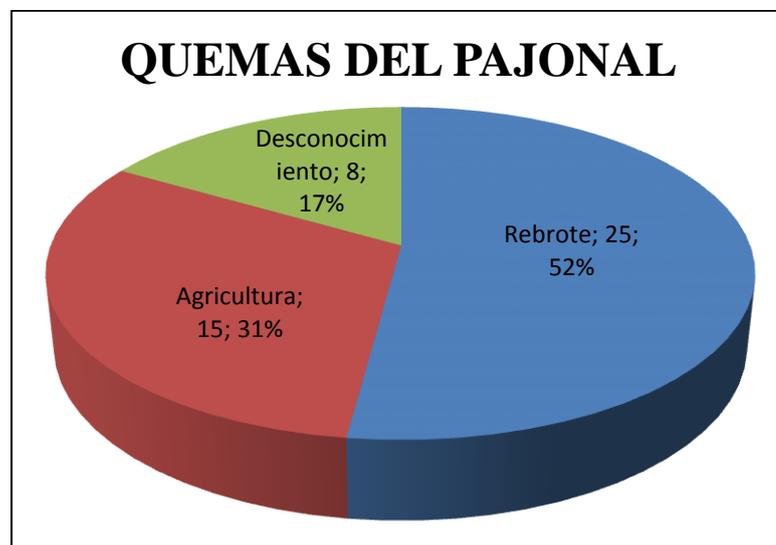
**Gráfico 17.** Protegen el agua en los bofedales de la comunidad Yacupartina.

La mayoría de los pobladores por no decir todos están conscientes que deben de proteger el agua que genera el nevado Chimborazo, agua que les sirve para consumo humano, mantenimiento de sus animales, y para regar sus cultivos.

Las familias de la comunidad valoran, conservan y mantienen el agua como principal recurso que les da la naturaleza.

Tabla 15. Quemadas de pajonal en la comunidad Yacupartina

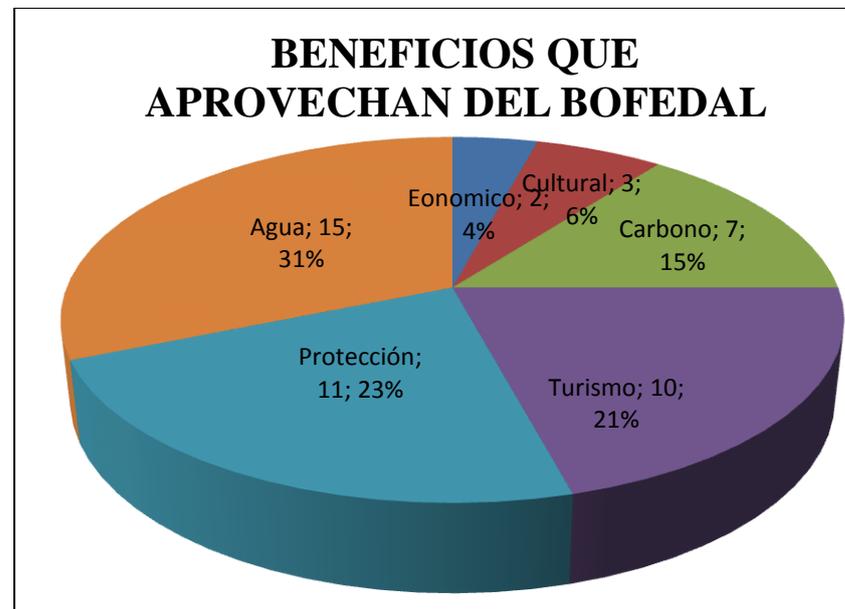
QUEMAN EL PAJONAL		
	PERSONAS	%
Rebrote	25	52,08
Agricultura	15	31,25
Desconocimiento	8	16,67
TOTAL	48	100

**Gráfico 18.** Quemadas de pajonal en la comunidad Yacupartina.

Las familias de la comunidad Yacupartina todavía se dedican a la quema del pajonal la mayoría lo hace porque dicen que el rebrote de la paja sirve de alimento para el ganado en un 52%, otras familias o personas lo queman para realizar la agricultura en un 15,31%, y el 17% de personas lo queman simplemente porque no tienen conocimiento e ignoran de los beneficios que nos brinda el pajonal destruyendo la flora y fauna que existe.

Tabla 16. Beneficios que aprovechan de los bofedales en la comunidad Yacupartina

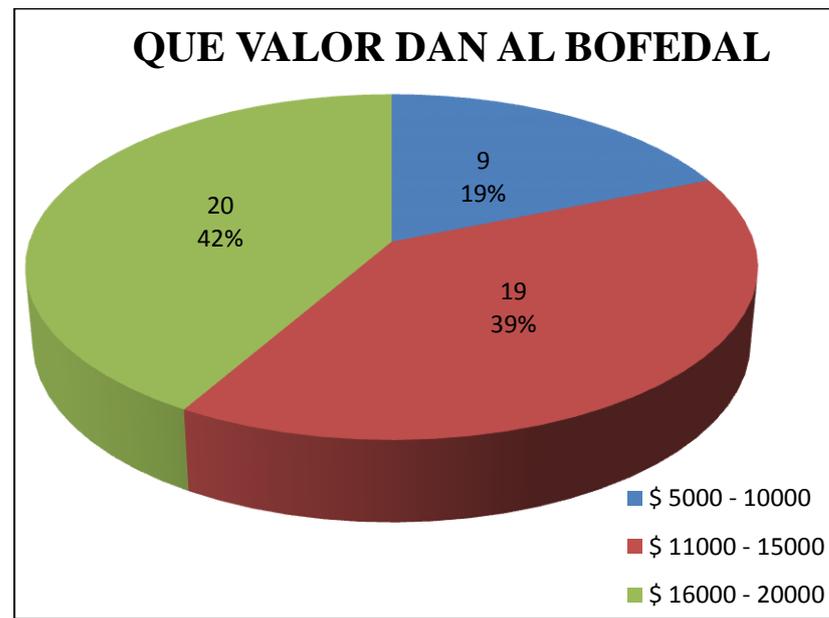
BENEFICIOS QUE APROVECHAN DEL BOFEDAL		
	PERSONAS	%
Económico	2	4,17
Cultural	3	6,25
Carbono	7	14,58
Turismo	10	20,83
Protección	11	22,92
Agua	15	31,25
TOTAL	48	100

**Gráfico 19.** Beneficios que aprovechan de los bofedales la comunidad Yacupartina.

Las mayoría de los pobladores están conscientes que se benefician de los bofedales directa o indirectamente de las siguientes formas: del agua con un 31%, protección el 23%, de turismo el 21%, Carbono el 15%, forma cultural el 6%, y económicamente el 4%.

Tabla 17. Valoración que dan a los bofedales en la comunidad Yacupartina

QUE VALOR DAN AL BOFEDAL		
	PERSONAS	%
\$ 5000 - 10000	9	18,75
\$ 11000 - 15000	19	39,58
\$ 16000 - 20000	20	41,67
TOTAL ANUAL	48	100

**Gráfico 20.** Valoración que dan a los bofedales en la comunidad Yacupartina.

Los comuneros dieron un valor económico que les gustaría percibir por el cuidado de sus bofedales entre la mayoría se notó que desean ingresos para mejorar el nivel de vida que ellos tienen, un 42% estarían dispuestos a cuidar el pajonal por un incentivo entre los 16.000 y 20.000, un 39% entre 11.000 y 15.000 y un 19% entre 5.000 y 10.000 dólares.

B. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

1. Gráficos tendenciales

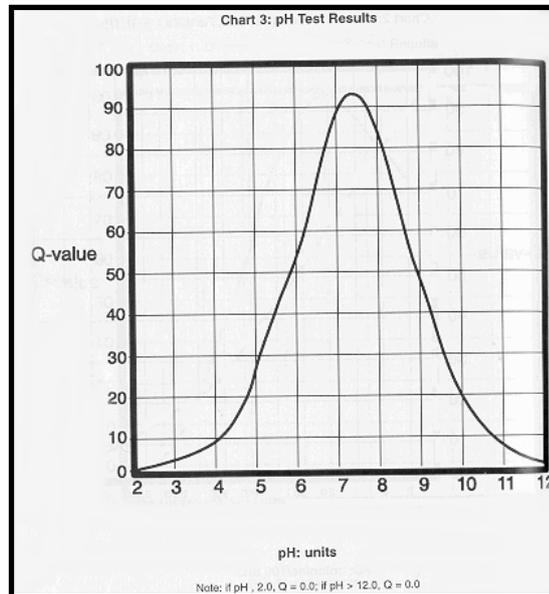


Gráfico 21. Gráfico tendencial del pH.

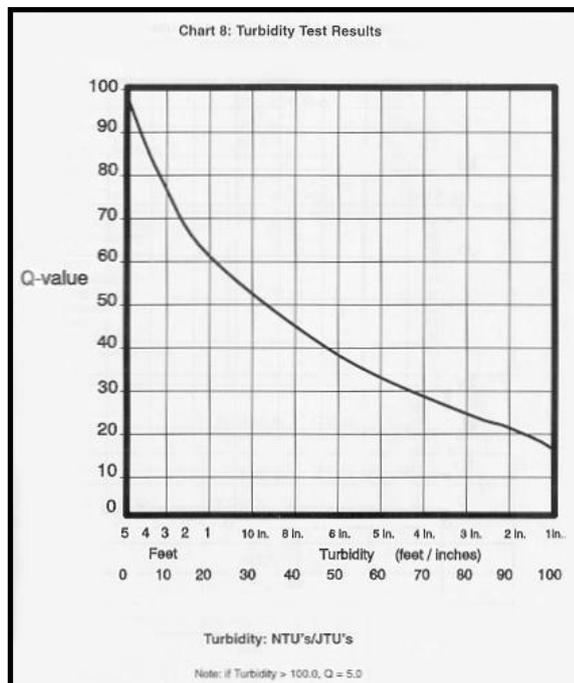


Gráfico 22. Gráfico tendencial de turbiedad.

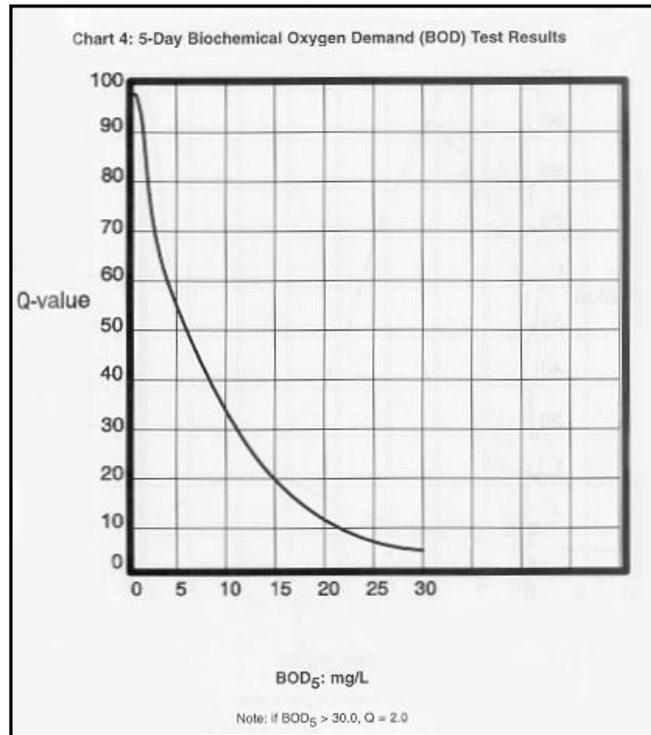


Gráfico 23. Gráfico tendencial de la demanda bioquímica de oxígeno.

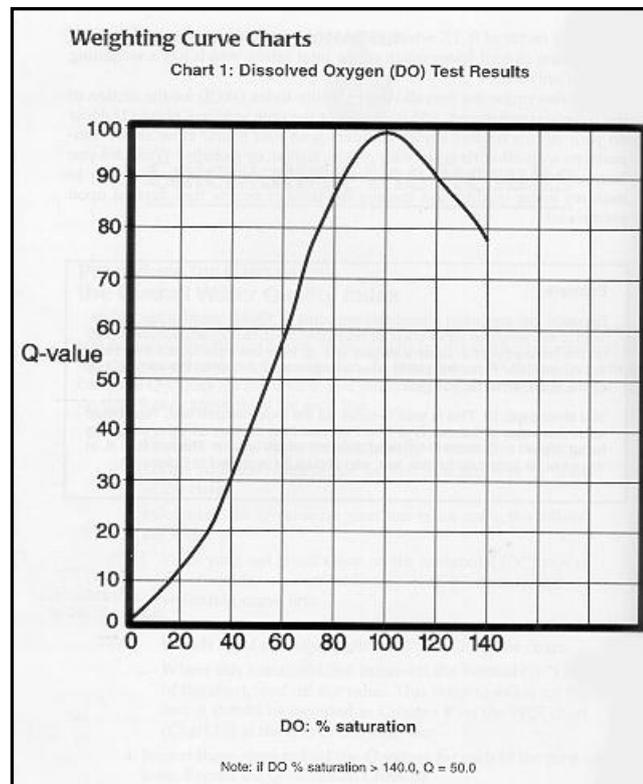


Gráfico 24. Gráfico tendencial del oxígeno disuelto.

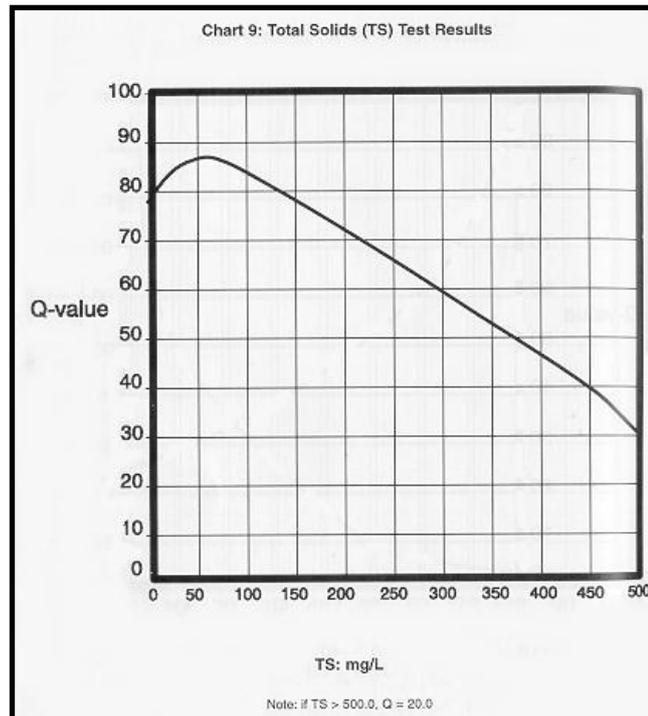


Gráfico 25.Gráfico tendencial de los sólidos totales.

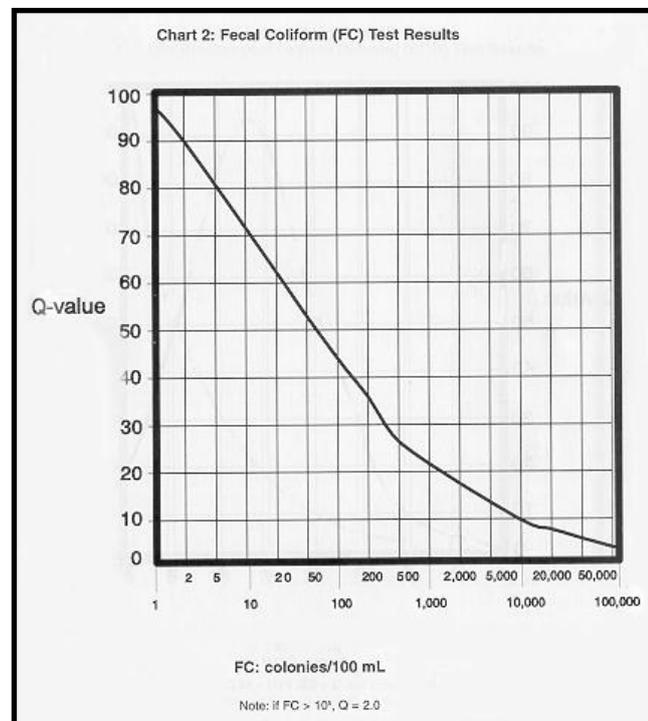


Gráfico 26.Gráfico tendencial de los Coliformes fecales.

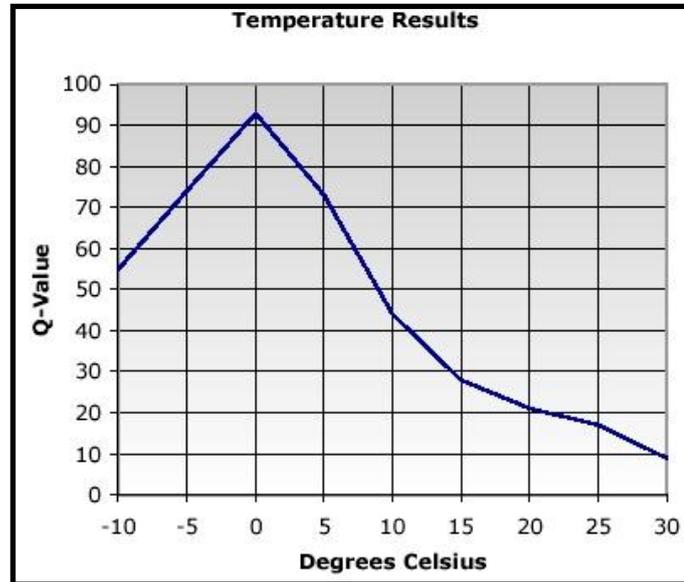


Gráfico 27. Gráfico tendencial de la variación de la temperatura.

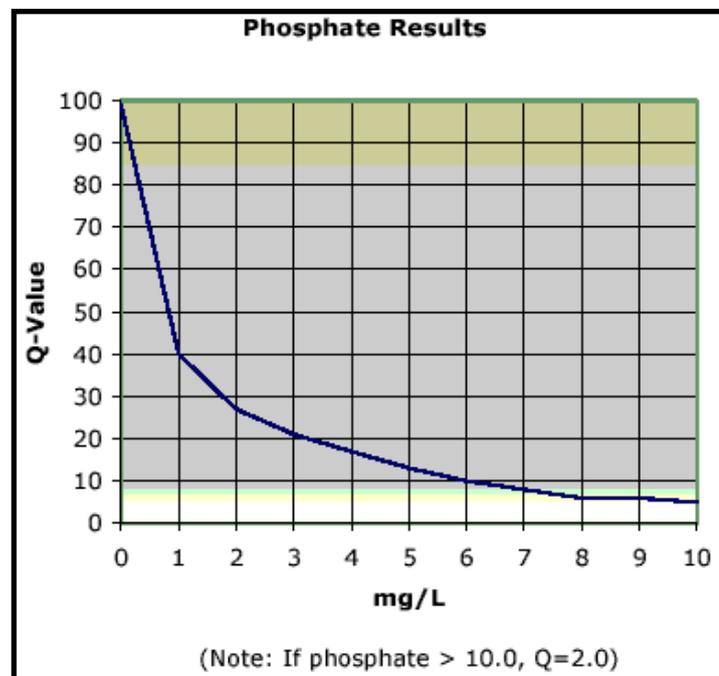


Gráfico 28. Gráfico tendencial de los fosfatos totales.

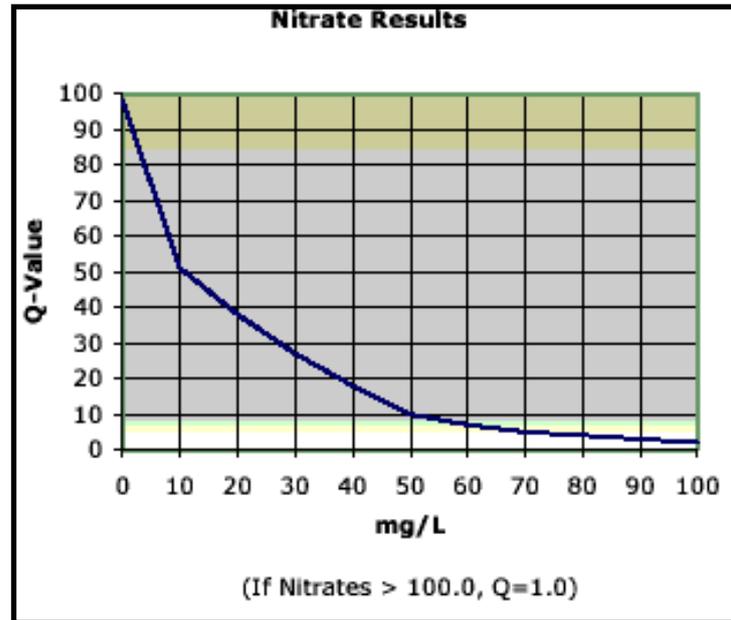


Gráfico 29.Gráfico tendencial de los nitratos.

2. Parámetros del índice ICA del bofedal de Mechahuasca

Tabla 18. Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 1

MUESTRA 1					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	13,8	9	0,17	1,53
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16,00
pH	Unidades	7,5	93	0,11	10,23
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	1,76	85	0,11	9,35
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,30
Fosfato totales	mg/L	0,1	96	0,1	9,60
Nitratos	mg/L	0,1	97	0,1	9,70
Turbidez	NTU	3	90	0,08	7,20
Sólidos totales	mg/L	76	85	0,07	5,95
				TOTAL	76,86
					0,77

En la muestra 1 se observa que existe bajo contenido de oxígeno disuelto, no habiendo coliformes fecales que es muy importante pues el agua es de buena calidad para el consumo humano, además existiendo bajo contenido de nitratos y fosfatos indicadores que existe una baja contaminación agrícola, desechos humanos, animales e industriales respectivamente.

Tabla 19.Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 2

MUESTRA 2					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	86,48	92	0,17	15,64
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16,00
Ph	Unidades	7,1	90	0,11	9,90
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	2,36	73	0,11	8,03
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,30
Fosfato totales	mg/L	0,4	71	0,1	7,10
Nitratos	mg/L	0,5	97	0,1	9,70
Turbidez	NTU	5,17	86	0,08	6,88
Sólidos totales	mg/L	176,2	76	0,07	5,32
				TOTAL	85,87
					0,86

En la muestra 2 se observa que existe un alto contenido de oxígeno disuelto un buen indicador de oxigenación en el agua, no habiendo coliformes fecales que es muy importante para que el agua sea de buena calidad para el consumo humano, además existiendo bajo contenido de nitratos y fosfatos indicadores que existe una baja contaminación agrícola, desechos humanos, animales e industriales respectivamente, con una turbidez baja, indicador que los materiales como arcilla, tierra permanecen sedimentadas.

Tabla 20. Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 3

MUESTRA 3					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	76,48	83	0,17	14,11
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16,00
pH	Unidades	7,7	91	0,11	10,01
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	5,36	54	0,11	5,94
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,30
Fosfato totales	mg/L	0,2	92	0,1	9,20
Nitratos	mg/L	0,1	97	0,1	9,70
Turbidez	NTU	9,17	78	0,08	6,24
Sólidos totales	mg/L	146	79	0,07	5,53
				TOTAL	84,03
					0,84

En la muestra 3 se observa que existe un alto contenido de oxígeno disuelto un buen indicador de oxigenación en el agua, no habiendo coliformes fecales que es muy importante para que el agua sea de buena calidad para el consumo humano, además existiendo bajo contenido de nitratos y fosfatos indicadores que existe una baja contaminación agrícola, desechos humanos, animales e industriales respectivamente, con una turbidez baja, indicador que los materiales como arcilla, tierra permanecen sedimentadas.

Tabla 21. Parámetros del índice ICA bofedral de Mechahuasca, muestra 4

MUESTRA 4					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	56,48	53	0,17	9,01
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16,00
pH	Unidades	7	88	0,11	9,68
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	2,06	79	0,11	8,69
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,30
Fosfato totales	mg/L	0,3	81	0,1	8,10
Nitratos	mg/L	0,3	97	0,1	9,70
Turbidez	NTU	7,77	80	0,08	6,40
Sólidos totales	mg/L	144	80	0,07	5,60
				TOTAL	80,48
					0,80

En la muestra 4 se observa que existe bajo contenido de oxígeno disuelto indicador de oxigenación en el agua en este punto de muestreo es bajo, no habiendo coliformes fecales que es muy importante para que el agua sea de buena calidad para el consumo humano, además existiendo bajo contenido de nitratos y mediano contenidos de fosfatos indicadores que existe una baja contaminación agrícola, desechos humanos, animales e industriales respectivamente, con una turbidez medianamente baja, indicador que los materiales como arcilla, tierra permanecen pocos sedimentados.

Tabla 22.Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 5

MUESTRA 5					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	16,98	10	0,17	1,70
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16,00
pH	Unidades	7,26	92	0,11	10,12
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	4,06	61	0,11	6,71
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,30
Fosfato totales	mg/L	0,2	92	0,1	9,20
Nitratos	mg/L	0,1	97	0,1	9,70
Turbidez	NTU	9,12	78	0,08	6,24
Sólidos totales	mg/L	150.5	79	0,07	5,53
				TOTAL	72,50
					0,73

En la muestra 5 se observa que existe muy bajo contenido de oxígeno disuelto indicador de no existir oxigenación en el agua en este punto de muestreo, no habiendo coliformes fecales que es muy importante para que el agua sea de buena calidad para el consumo humano, además existiendo bajo contenido de nitratos y mediano contenidos de fosfatos indicadores que existe una baja contaminación agrícola, desechos humanos, animales e industriales respectivamente, con una turbidez medianamente baja, indicador que los materiales como arcilla, tierra permanecen pocos sedimentados.

Tabla 23.Parámetros del índice ICA bofedal de Mechahuasca, muestra 6

MUESTRA 6					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	6,28	5	0,17	0,85
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16,00
pH	Unidades	7,66	91	0,11	10,01
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	6	51	0,11	5,61
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,30
Fosfato totales	mg/L	0,1	96	0,1	9,60
Nitratos	mg/L	0,2	97	0,1	9,70
Turbidez	NTU	11,02	74	0,08	5,92
Sólidos totales	mg/L	190	74	0,07	5,18
				TOTAL	70,17
					0,70

En la muestra 6 se observa que existe muy bajo contenido de oxígeno disuelto, no habiendo coliformes fecales que es muy importante para que el agua sea de buena calidad para el consumo humano, además existiendo contenido de nitratos y fosfatos indicadores que existe poca contaminación agrícola, desechos humanos, animales e industriales respectivamente, con una turbidez moderada, indicador que los materiales como arcilla, tierra permanecen alterados en el canal de agua.

RANGOS DE VALORES PARA CALIDAD DE AGUA SEGÚN EL ÍNDICE WQI (ICA)	
RANGO DE VALORES	CALIDAD DE AGUA
0.90 - 1.00	Muy Buena
0.70 - 0.89	Buena
0.50 - 0.69	Media
0.25 - 0.49	Mala
< 0.25	Muy Mala

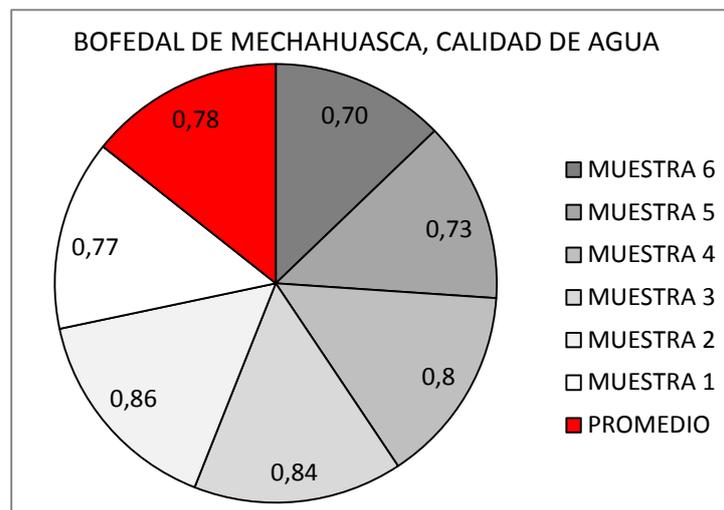


Gráfico 30. Calidad de agua del bofedal de Mechahuasca

En los 6 resultados de las muestras analizadas y mediante cálculos respectivos para la determinación del ICA, se encontraron en el rango de 0.7 a 0,89 con un promedio de 0,78 lo cual indica la calidad de agua según Mitchell y Stapp 1993, para el consumo humano es Buena.

Análisis comparativo de los valores de los parámetros medidos en campo con los parámetros establecidos en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental de Control y Prevención de la Contaminación del Ecuador, TULAS que contiene el valor de los límites máximos y mínimos permisibles según los estándares nacionales.

Tabla 24. Comparación de los valores obtenidos de las muestra bofedal de Mechahuasca, con el Tratado Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador, TULAS

PROMEDIO TOTALES									
PARÁMETROS	UNIDADES	M 6	M 5	M 4	M 3	M 2	M 1	TOTAL	Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren tratamiento convencional.
Oxígeno disuelto	% de saturación	*6,28	*16,98	*56,48	*76,48	*86,48	*13,8	*42,75	no < 80%
Coliformes fecales	UFC/100MI	0	0	0	0	0	0	0	600
Ph	Unidades	7,66	7,26	7	7,7	7,1	7,5	7,37	6-9
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	*6	*4,06	*2,06	*5,36	*2,36	*1,76	*3,6	2
Variación de temperatura	°C	5	5	5	5	5	5	5	+/- 3
Fosfato totales	mg/L	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	0,22	No se registra
Nitratos	mg/L	0,2	0,1	0,3	0,1	0,5	0,1	0,22	10
Turbidez	NTU	*11,02	9,12	7,77	9,17	5,17	3	7,54	100
Sólidos totales	mg/L	190	150.5	144	146	176,2	76	146,44	1.000

*Valores fuera de la normativa ambiental

Se observa en el gráfico 30 un índice ICA de 0,78 que es un valor de buena calidad de agua.

Los valores de Oxígeno Disuelto (DO) se presentaron fuera de los límites de la normativa ambiental motivo por el cual las muestras de agua fueron tomadas en forma natural como se encuentran en el campo. Según Mitchell & Stapp (1993), la presencia de oxígeno en el agua es un signo positivo.

Hubo ausencia de coliformes fecales, lo cual indicó que no existen bacterias provenientes de heces de animales de sangre caliente.

El valor de pH 7,37 era neutro, y está dentro de la Normativa Ambiental. Según Mitchell & Stapp (1993), en la naturaleza los rangos de pH pueden ir entre 6,5 y 8,5. Aunque puede ser un poco mayor o menor, dependiendo del tipo de rocas y minerales presentes.

El DBO5 presentó un valor fuera del límite máximo permisible para aguas de consumo humano. Sin embargo, este valor de 3,6 nos indicó que se ha consumido poco oxígeno por parte de los microorganismos aerobios al descomponer la materia orgánica presente en el agua.

Los nitratos mostraron un valor bajo. Según Echarri (1998), al mantenerse bajos los valores de nitratos da un indicio que no existe o es muy baja la contaminación agrícola.

Los fosfatos obtuvieron valores bajos, esto indicó que no existe ingreso de fósforo por diversas causas como: desechos humanos y animales, desechos industriales, pesticidas que contienen fósforo y erosión del suelo (falta de cobertura vegetal).

La turbidez indicó un valor bajo, esto indicó que la presencia de materiales como arcillas, sedimentos, materia orgánica e inorgánica permanecen sedimentadas.

La temperatura se encontró en los rangos establecidos por el TULAS, cabe recalcar que no todos los humedales contienen la misma temperatura.

Los sólidos totales se encontraron en rangos aceptables establecidos según el TULAS, lo cual indicó que no existen presencia de contaminación, animal o humana.

3. Parámetros del índice ICA del bofedal de Paylacocho

Tabla 25. Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacocho, muestra 1

MUESTRA 1					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	55	51	0,17	8,67
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
pH	Unidades	6,42	68	0,11	7,48
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	1,4	91	0,11	10,01
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,06	98	0,1	9,8
Nitratos	mg/L	0,03	97	0,1	9,7
Turbidez	NTU	3,65	89	0,08	7,12
Sólidos totales	mg/L	139	80	0,07	5,6
				TOTAL WQI	81,68
					0,82

En la muestra 1 se observa que existe muy bajo contenido de oxígeno disuelto, no habiendo coliformes fecales que es muy importante para que el agua sea de buena calidad para el consumo humano, además existiendo bajo contenido de nitratos y fosfatos indicadores que existe poco contaminación agrícola odesechos humanos.

Tabla 26. Parámetros del índice ICA bofedral de Paylacocho, muestra 2

MUESTRA 2					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	90	95	0,17	16,15
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
Ph	Unidades	5,5	51	0,11	5,61
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	1,8	84	0,11	9,24
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,08	97	0,1	9,7
Nitratos	mg/L	2	95	0,1	9,5
Turbidez	NTU	2,82	91	0,08	7,28
Sólidos totales	mg/L	144	80	0,07	5,6
				TOTAL WQI	86,38
					0,86

En la muestra 2 se observa un índice ICA de 0,86 que es un valor de buena calidad de agua, con una demanda de oxígeno muy buena, sin coliformes fecales lo cual indicó que no existen bacterias provenientes de heces de animales de sangre caliente, los nitratos muestran un valor bajo lo que indicó que no existe contaminación agrícola, los fosfatos tienen valores bajos, esto indicó que no existe ingreso de fósforo como: desechos humanos y animales, desechos industriales, pesticidas, la turbidez tiene un valor bajo, esto indicó que la presencia de materiales como arcillas, sedimentos, materia orgánica e inorgánica permanecen sedimentadas.

Solo en esta muestra se presentó un pH de 5,5 que está fuera de los rangos permitidos que es entre 6-9

Tabla 27. Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacocho, muestra 3

MUESTRA 3					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	74	80	0,17	13,6
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
pH	Unidades	6	55	0,11	6,05
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	2	80	0,11	8,8
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,6	55	0,1	5,5
Nitratos	mg/L	3	90	0,1	9
Turbidez	NTU	3,12	90	0,08	7,2
Sólidos totales	mg/L	145,3	79	0,07	5,53
				TOTAL WQI	78,98
					0,79

En la muestra 3 se observa un índice ICA de 0,79 que es un valor de buena calidad de agua, con una demanda de oxígeno buena, sin coliformes fecales lo cual indicó que no existen bacterias provenientes de heces de animales, los nitratos muestran un valor bajo lo que indicó que no existe contaminación agrícola, los fosfatos tienen valores bajos, esto indicó que no existe ingreso de fósforo como: desechos humanos y animales, desechos industriales, pesticidas, la turbidez tiene un valor bajo, esto indicó que la presencia de materiales como arcillas, sedimentos, materia orgánica e inorgánica permanecen sedimentadas.

Tabla 28. Parámetros del índice ICA bofedral de Paylacocho, muestra 4

MUESTRA 4					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	59,5	57	0,17	9,69
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
pH	Unidades	6,1	57	0,11	6,27
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	1	95	0,11	10,45
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,1	96	0,1	9,6
Nitratos	mg/L	0,2	97	0,1	9,7
Turbidez	NTU	3,47	89	0,08	7,12
Sólidos totales	mg/L	102,3	83	0,07	5,81
				TOTAL WQI	81,94
					0,82

En la muestra 4 se observa un índice ICA de 0,82 que es un valor de buena calidad de agua, con una demanda de oxígeno buena, en el lugar de recolección de la muestra no se encontraron coliformes fecales por ende no existen bacterias de heces de animales, el valor de los nitratos presentaron un valor bajo lo que indicio que no existe contaminación agrícola, de la misma manera los fosfatos presento un valor bajo, indicando que no existe desechos humanos ni animales, pesticidas; la turbidez tiene un valor bajo, evitando la presencia de materiales como arcillas, sedimentos, materia orgánica e inorgánica alterada.

Tabla 29. Parámetros del índice ICA bofedral de Paylacocho, muestra 5

MUESTRA 5					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	66,1	68	0,17	11,56
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
pH	Unidades	6,35	66	0,11	7,26
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	2	80	0,11	8,8
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,3	81	0,1	8,1
Nitratos	mg/L	0,4	97	0,1	9,7
Turbidez	NTU	4	88	0,08	7,04
Sólidos totales	mg/L	300	60	0,07	4,2
				TOTAL WQI	79,96
					0,80

En la muestra 5 se observa un índice ICA de 0,80 que es un valor de buena calidad de agua, con una demanda de oxígeno buena, en el lugar de recolección de la muestra no se encontraron coliformes fecales por ende no existen bacterias de heces de animales, el valor de los nitratos presentaron un valor bajo lo que indicio que no existe contaminación agrícola, los fosfatos presentaron un valor bajo, indicando que no existe desechos humanos ni animales, pesticidas; la turbidez tiene un valor poco bajo, evitando la presencia de materiales como arcillas, sedimentos, materia orgánica e inorgánica alterada.

Tabla 30. Parámetros del índice ICA bofedral de Paylacocho, muestra 6

MUESTRA 6					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	88,45	94	0,17	15,98
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
pH	Unidades	6,3	64	0,11	7,04
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	1,4	91	0,11	10,01
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,2	92	0,1	9,2
Nitratos	mg/L	0,1	97	0,1	9,7
Turbidez	NTU	2	93	0,08	7,44
Sólidos totales	mg/L	150	79	0,07	5,53
				TOTAL WQI	88,2
					0,88

En la muestra 6 se observa un índice ICA de 0,88, los valores de Oxígeno Disuelto (DO) se presentaron fuera de los límites de la normativa ambiental motivo por el cual las muestras de agua fueron tomadas en forma natural; no existió coliformes fecales, lo cual indicó que no existe contaminación del agua, la DBO5 presentó un valor fuera del límite máximo permisible para aguas de consumo humano, esto indica que se ha consumido poco oxígeno por parte de los microorganismos aerobios al descomponer la materia orgánica presente en el agua; la temperatura se encontró en los rangos establecidos por el TULAS.

Tabla 31. Parámetros del índice ICA bofedal de Paylacocho, muestra 7

MUESTRA 7					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	116,41	92	0,17	15,64
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
pH	Unidades	6,5	72	0,11	7,92
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	2	80	0,11	8,8
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,1	96	0,1	9,6
Nitratos	mg/L	0,3	97	0,1	9,7
Turbidez	NTU	3	90	0,08	7,2
Sólidos totales	mg/L	200	73	0,07	5,11
				TOTAL WQI	87,27
					0,87

En la muestra 7 se observa un índice ICA de 0,87 que es un valor de buena calidad de agua, tiene una gran demanda de Oxígeno Disuelto (DO) representando el 92% presencia que existe oxígeno en el agua apto para el consumo humano, en este punto donde se tomó la muestra no existe la presencia de coliformes fecales, lo cual indicó que no existen bacterias provenientes de heces de animales o humanos, el pH fue de 7,37 estando en los rangos permitidos de 6-9, tiene buena demanda bioquímica de oxígeno con un 80%, no existe la presencia de fosfatos ni nitratos es decir no existe contaminación agrícola e industrial respectivamente, la presencia de arcillas, materia orgánica e inorgánica permanecen sedimentados las aguas no son turbias.

Tabla 32. Parámetros del índice ICA bofedral de Paylacocho, muestra 8

MUESTRA 8					
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	6,1	5	0,17	0,85
Coliformes fecales	UFC/100mL	0	100	0,16	16
pH	Unidades	6,41	68	0,11	7,48
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	1,6	88	0,11	9,68
Variación de temperatura	°C	5	73	0,1	7,3
Fosfato totales	mg/L	0,2	92	0,1	9,2
Nitratos	mg/L	0,1	97	0,1	9,7
Turbidez	NTU	3,67	89	0,08	7,12
Sólidos totales	mg/L	148	79	0,07	5,53
				TOTAL WQI	72,86
					0,73

En la muestra 8 se observa un índice ICA de 0,73 que es un valor de buena calidad de agua, los valores de Oxígeno Disuelto (DO) se presentaron fuera de los límites de la normativa ambiental con un bajo contenido de oxígeno, en ninguna de las muestras existió coliformes fecales, esto indicó que no existen bacterias provenientes de heces de animales y humanos, el valor de pH 6,41 fue neutro, estando dentro de la Normativa Ambiental, en la naturaleza los rangos de pH pueden ir entre 6,0 y 8,5; la DBO5 presentó un valor poco aceptable para aguas de consumo humano, esto depende a que los microorganismos aerobios no están descomponiendo la materia orgánica presente en el agua.

Rangos de valores para calidad de agua según el índice WQI (ICA)	
RANGO DE VALORES	DE CALIDAD DE AGUA
0.90 - 1.00	Muy Buena
0.70 - 0.89	Buena
0.50 - 0.69	Media
0.25 - 0.49	Mala
< 0.25	Muy Mala

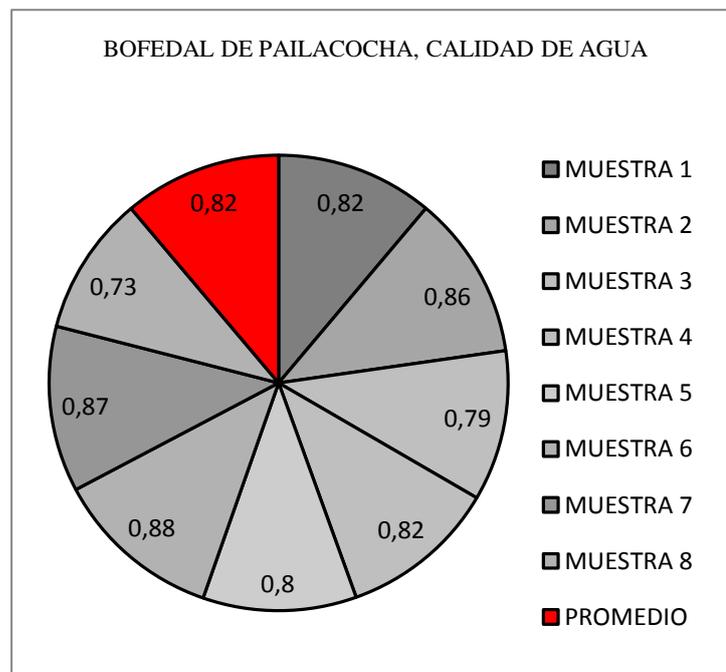


Gráfico 31. Calidad de agua del bofedal de Paylacocha.

En los 8 resultados de las muestras analizadas y mediante cálculos respectivos para la determinación del ICA, se encontró en el rango de 0.7 a 0,89 con un promedio de 0,82 lo cual indica la calidad de agua según Mitchell y Stapp 1993, para el consumo humano es Buena.

Análisis comparativo de los valores de los parámetros medidos en campo con los parámetros establecidos en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental de Control y Prevención de la Contaminación del Ecuador, TULAS que contiene el valor de los límites máximos y mínimos permisibles según los estándares nacionales.

Tabla 33. Comparación de los valores obtenidos de las muestra bofedal de Paylacocha, con el Tratado Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador, TULAS

PROMEDIOS TOTALES											
PARÁMETROS	UNIDADES	M 8	M 7	M 6	M 5	M 4	M 3	M 2	M 1	TOTAL	Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren tratamiento convencional.
Oxígeno disuelto	% de saturación	*6,1	116,41	88,45	*66,1	*59,5	*74	90	*55	*69,45	no < 80%
Coliformes fecales	UFC/100MI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600
Ph	Unidades	6,41	6,5	6,3	6,35	6,1	6	5,5	6,42	6,20	6-9
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	1,6	2	1,4	2	1	2	1,8	1,4	1,65	2
Variación de temperatura	°C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	+/- 3
Fosfato totales	mg/L	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,6	0,08	0,06	0,21	No se registra
Nitratos	mg/L	0,1	0,3	0,1	0,4	0,2	3	2	0,03	0,77	10
Turbidez	NTU	3,67	3	2	4	3,47	3,12	2,82	3,65	3,22	100
Sólidos totales	mg/L	148	200	150	300	102,3	145,3	144	139	166,08	1.000

*Valores fuera de la normativa ambiental

Se observa en el gráfico 31 un índice ICA de 0,82 que es un valor de buena calidad para el agua.

Los valores de Oxígeno Disuelto (DO) se presentaron fuera de los límites de la normativa ambiental motivo por el cual las muestras de agua fueron tomadas en forma natural como se encuentran en el campo. Según Mitchell & Stapp (1993), la presencia de oxígeno en el agua es un signo positivo, sin embargo al ser tomadas las muestras en forma natural se observó que en las muestra 2 con el 90%, muestra 6 con el 88,45% y la muestra 7 con el 116,41% presentan valores que están dentro de la normativa ambiental para el consumo humano

Hubo ausencia de coliformes fecales, lo cual indicó que no existen bacterias provenientes de heces de animales de sangre caliente, ni de humanos algo muy importante en determinar la calidad de agua que consumen las comunidades Altoandinos.

El valor de pH 6,2 es ligeramente ácido, está dentro de la Normativa Ambiental. Según Mitchell & Stapp (1993), en la naturaleza los rangos de pH pueden ir entre 6,5 y 8,5. Aunque puede ser un poco mayor o menor, dependiendo del tipo de rocas y minerales presentes. Muestra 2

El DBO5 presentó un valor que se encuentra dentro del límite máximo permisible para aguas de consumo humano. El valor de 1,65 nos indicó que se ha consumido oxígeno por parte de los microorganismos aerobios y realizan una buena descomposición de la materia orgánica presente en el agua.

Los nitratos muestran un valor bajo. Según Echarri (1998), al mantenerse bajos los valores de nitratos da un indicio que no existe o es muy baja la contaminación agrícola.

Los fosfatos tienen valores bajos, esto indicó que no existe ingreso de fósforo por diversas causas como: desechos humanos y animales, desechos industriales, pesticidas que contienen fósforo y erosión del suelo (falta de cobertura vegetal).

La turbidez tiene un valor bajo, característico que no existe un ingreso de desperdicios industriales, mineros, aguas hervidas o suelos erosionados.

La temperatura a la cual se tomaron todas las muestras que fueron de 5°C se encuentra en los rangos establecidos por el TULAS, cabe recalcar que no todos los humedales contienen la misma temperatura.

Los Sólidos totales se encontraron en rangos aceptables establecidos según el TULAS, lo cual indicó que no existen presencia de contaminación, animal o humana.

4. Valor económico de la calidad de agua

Puesto que el servicio ambiental de calidad de agua consiste en la provisión de agua con parámetros físicos, químicos y microbiológicos adecuados para el consumo humano, la valoración consiste en monetizar el costo de los proyectos que serían necesarios para recuperar dicha calidad de agua.

De esta manera, la metodología busca comparar la calidad del agua proveniente natural de las turberas / bofedales con aquella proveniente de un páramo con uso del suelo alterado para cultivo o pastizal. Así se obtiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{C \text{ Tratamiento páramo alterado (\$)}}{\text{Volumen tratado m}^3} - \frac{C \text{ Tratamiento aguas turberas}}{\text{Volumen tratado m}^3} = \text{calidad agua}$$

Donde, V= valor en dólares (\$) del servicio ambiental de calidad del agua

C = costo en dólares (\$), para lo cual se requiere conocer la calidad del agua del humedal y del sitio alterado.

BOFEDAL DE MECHAHUASCA:

DATOS:

Volumen total: 0,32 m³/s

Calidad de agua= 78 buena

Tratamiento páramo alterado: 29,51 ha= 23,29%= 2329 \$

2329 (\$)

78

V=-----

0,32 m³/s0,32 m³/sV= 7278,125 \$ m³/s- 243,75\$ m³/s**V= 7034,37 \$ m³/s Anual****BOFEDAL DE PAYLACOCHA:**

DATOS:

Volumen total: 0,082 m³/s

Calidad de agua= 82 buena

Tratamiento páramo alterado: 25,67 ha= 16,12%= 1612 \$

1612 (\$)

82

V=-----

0,082 m³/s0,082 m³/sV= 19658,53 \$ m³/s - 1000 \$ m³/s**V= 18658 \$ m³/s Anual**

Valorando cuantitativamente la calidad de agua en los bofedales de Mechahuasca y Paylacocha y mediante cálculos interpretados según los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio nos dio que el valor económico del agua para el bofedal de Mechahuasca es de 7034,37 \$ m³/s Anual; mientras tanto el bofedal de Paylacocha es de 18658 \$ m³/s Anual, es decir que los bofedales que se encuentran en la comunidad de Yacupartina tienen un gran valor económico que llega a la suma de 25.692,37 \$ m³/s anuales.

C. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA Y CARBONO.

1. Cálculo de la cantidad de almacenamiento de agua

CÁLCULO DEL CAUDAL

$V = e / t$ Velocidad: espacio/tiempo

$Q = A \times V \times n$ Caudal: área x Velocidad x factor del material del fondo del canal

Tabla 34. Área del canal Mechahuasca

DATOS:

e: 15m

Ancho: 2m

Profundidad: 0,50m

Área: 0,50m²

n: 0,74

$A = \frac{b \times h}{2}$	$A1 = \frac{1m \times 0,50m}{2} = 0,25m^2$
$A = \frac{b \times h}{2}$	$A2 = \frac{1m \times 0,50m}{2} = 0,25m^2$
Area Total	$0,25 + 0,25 = \mathbf{0,50 m^2}$

Tabla 35. Área del canal Paylacocha

DATOS:

e: 10m

Ancho: 1m

Profundidad: 0,30m

Área: 0,30m²

n: 0,74

$A = \frac{b \times h}{2}$	$A1 = \frac{1m \times 0,30m}{2} = 0,15m^2$
$A = \frac{b \times h}{2}$	$A2 = \frac{1m \times 0,30m}{2} = 0,15m^2$
Area Total	$0,15 + 0,15 = \mathbf{0,30 m^2}$

TOMA DE DATOS EN ÉPOCA DE INVIERNO CANAL DE MECHAHUASCA

a. Método del flotador

Tabla 36. Caudal bofedal de Mechahuasca época de invierno, método flotador.

MÉTODO FLOTADOR	REPETICIONES $V = e / t$	REPETICIONES $Q = A \times V \times n$
FLOTADOR GRANDE	Tiempos en segundos = $17+17,13+17,38=51,51/3=17,17 \text{ s}$	
	$V = 15\text{m} / 17,17\text{s} = 0,87\text{m/s}$ $V=0,87\text{m/s}$	$Q = 0,5\text{m}^2 \times 0,87 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,32\text{m}^3/\text{s} \times 1000= \mathbf{320 \text{ L/s}}$
FLOTADOR MEDIANO	Tiempos en segundos = $16,38+17,45+16,6=49,89/3= 16,63 \text{ s}$	
	$V = 15\text{m} / 16,63\text{s} = 0,902\text{m/s}$ $V=0,902\text{m/s}$	$Q = 0,5\text{m}^2 \times 0,902 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,33\text{m}^3/\text{s} \times 1000= \mathbf{333 \text{ L/s}}$
FLOTADOR PEQUEÑO	Tiempos en segundos = $14,25+17,8+16,77=48,82/3= 16,27 \text{ s}$	
	$V = 15\text{m} / 16,27\text{s} = 0,92\text{m/s}$ $V=0,92\text{m/s}$	$Q = 0,5\text{m}^2 \times 0,92 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,34\text{m}^3/\text{s} \times 1000= \mathbf{340 \text{ L/s}}$

PROMEDIO = $320+333+340=993/3=\mathbf{331 \text{ L/s}}$

b. Método del tinte

Tabla 37. Caudal bofedral de Mechahuasca época de invierno, método tinte.

METODO	REPETICIONES $V = e / t$	REPETICIONES $Q = A \times V \times n$
TINTE	Tiempos en segundos = $16,6+17+17+17=64,6/4= 16,15 \text{ s}$	
	$V = 15\text{m} / 16,15\text{s} = 0,91\text{m/s}$ $V=0,91\text{m/s}$	$Q = 0,5\text{m}^2 \times 0,91 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,337\text{m}^3/\text{s} \times 1000= \mathbf{336 \text{ L/s}}$

PROMEDIO =**336 L/s**

CAUDAL TOTAL EN INVIERNO= $331 \text{ L/s}+336 \text{ L/s} = 667/2 = \mathbf{334 \text{ L/s}}$

TOMA DE DATOS EN ÉPOCA DE VERANO CANAL DE MECHAHUASCA

a. Método del flotador

Tabla 38. Caudal bofedal de Mechahuasca época de verano, método flotador.

MÉTODO FLOTADOR	REPETICIONES $V = e / t$	REPETICIONES $Q = A \times V \times n$
FLOTADOR GRANDE	Tiempos en segundos = $19+18,33+18,48=55,81/3=18,60 \text{ s}$	
	$V = 15\text{m} / 18,6\text{s} = 0,80\text{m/s}$ $V=0,80\text{m/s}$	$Q = 0,5\text{m}^2 \times 0,8 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,296\text{m}^3/\text{s} \times 1000= \mathbf{296 \text{ L/s}}$
FLOTADOR MEDIANO	Tiempos en segundos = $17+18,55+16=51,55/3= 17,18 \text{ s}$	
	$V = 15\text{m} / 17,18\text{s} = 0,87\text{m/s}$ $V=0,87\text{m/s}$	$Q = 0,5\text{m}^2 \times 0,87 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,321\text{m}^3/\text{s} \times 1000= \mathbf{321 \text{ L/s}}$
FLOTADOR PEQUEÑO	Tiempos en segundos = $16,25+16,8+16,57=49,62/3= 16,54 \text{ s}$	
	$V = 15\text{m} / 16,54\text{s} = 0,90\text{m/s}$ $V=0,90\text{m/s}$	$Q = 0,5\text{m}^2 \times 0,90 \text{ m/s} \times 0,74=$ $0,333\text{m}^3/\text{s} \times 1000= \mathbf{333 \text{ L/s}}$

$$\text{PROMEDIO} = 296+321+333=950/3=\mathbf{316 \text{ L/s}}$$

b. Método del tinte

Tabla 39. Caudal bofedal de Mechahuasca época de verano, método tinte.

MÉTODO	REPETICIONES V = e / t	REPETICIONES Q = A x V
TINTE	Tiempos en segundos = 17,8+18+17+18=70,8/4= 17,7 s	
	V =15m/ 17,7s = 0,84m/s V=0,84m/s	Q = 0,5m ² x 0,84 m/s x 0,74 = 0,310m ³ /s= 310 L/s

PROMEDIO =**310 L/s**

CAUDAL TOTAL EN VERANO= 316 L/s+310 L/s = 626/2 = **313 L/s**

PROMEDIO DEL CAUDAL ANUAL=334+313 L/s= 647/2= **323,5 L/s**

TOMA DE DATOS EN ÉPOCA DE INVIERNO CANAL DE PAYLACOCHA

a. Método del flotador

Tabla 40. Caudal bofedral de Paylacocha época de invierno, método del flotador.

MÉTODO FLOTADOR	REPETICIONES $V = e / t$	REPETICIONES $Q = A \times V \times n$
FLOTADOR GRANDE	Tiempos en segundos = $27+27,13+28,38=82,51/3=27,5s$	
	$V = 10m / 27,5s = 0,36m/s$ $V=0,36m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,36 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,079m^3/s \times 1000= \mathbf{79,92 \text{ L/s}}$
FLOTADOR MEDIANO	Tiempos en segundos = $16,38+27,45+26,6=70,43/3= 23,47$	
	$V = 10m/23,47s = 0,42m/s$ $V=0,42m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,42 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,093m^3/s \times 1000= \mathbf{93,24 \text{ L/s}}$
FLOTADOR PEQUEÑO	Tiempos en segundos = $26,25+27,8+26,77=80,82/3= 26,94$	
	$V = 10m/26,94s = 0,37m/s$ $V=0,37m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,37 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,082m^3/s \times 1000= \mathbf{82,14 \text{ L/s}}$

PROMEDIO = $79,92+93,24+82,14=255,3/3= \mathbf{85,1 \text{ L/s}}$

b. Método del tinte

Tabla 41. Caudal bofedral de Paylacocha época de invierno, método del tinte.

MÉTODO	REPETICIONES $V = e / t$	REPETICIONES $Q = A \times V$
TINTE	Tiempos en segundo = $26,5+26,57+26,52=79,59/3=$ 26,53	
	$V = 10m/26,53s = 0,37m/s$ $V=0,37m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,37 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,082m^3/s \times 1000= 82,14 \text{ L/s}$

PROMEDIO = **82,14 L/s**

CAUDAL TOTAL EN INVIERNO = $85,1 \text{ L/s} + 82,14 \text{ L/s} = 167,24/2 = 83,62 \text{ L/s}$

TOMA DE DATOS EN ÉPOCA DE VERANO CANAL DE PAYLACOCHA

a. Método del flotador

Tabla 42. Caudal bofedral de Paylacocha época de verano, método del flotador.

MÉTODO FLOTADOR	REPETICIONES $V = e / t$	REPETICIONES $Q = A \times V$
FLOTADOR GRANDE	Tiempos en segundos = $28+27,13+29,38=84,51/3=28,17s$	
	$V = 10m / 28,17s = 0,354m/s$ $V=0,354m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,354 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,0785m^3/s \times 1000= \mathbf{78,58 L/s}$
FLOTADOR MEDIANO	Tiempos en segundos = $27+28+26,6=81,6/3= 27,2 \text{ s}$	
	$V = 10m/27,2s = 0,36m/s$ $V=0,36m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,36 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,0799m^3/s \times 1000= \mathbf{79,92 L/s}$
FLOTADOR PEQUEÑO	Tiempos en segundos = $26,25+29+27=82,25/3= 27,41s$	
	$V = 10m/27,41s = 0,36m/s$ $V=0,36m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,36 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,0799m^3/s \times 1000= \mathbf{79,92 L/s}$

PROMEDIO = $78,58+79,92+79,92=238,42/3=\mathbf{79,47 L/s}$

b. Método del tinte

Tabla 43. Caudal bofedral de Paylacocha época de verano, método del tinte.

MÉTODO	REPETICIONES $V = e / t$	REPETICIONES $Q = A \times V$
TINTE	Tiempos en segundos = $26+26+26=78/3= 26$	
	$V = 10m/26s = 0,38m/s$ $V=0,38m/s$	$Q = 0,3m^2 \times 0,38 \text{ m/s} \times 0,74 =$ $0,084m^3/s \times 1000= \mathbf{84,36 \text{ L/s}}$

PROMEDIO = **84,36 L/s**

CAUDAL TOTAL EN VERANO= $79,47 \text{ L/s} + 84,36 \text{ L/s} = 163,83/2 = \mathbf{81,91 \text{ L/s}}$

PROMEDIO DEL CAUDAL ANUAL= $83,62 \text{ L/s} + 81,91 \text{ L/s} = 165,53/2 = \mathbf{82,76 \text{ L/s}}$

2. Valor económico de almacenamiento del agua

$$V = a \cdot A(10) \cdot p \cdot (0,01) \cdot C$$

Donde, V= valor en dólares (\$) del servicio ambiental de almacenamiento de agua.

a= porcentaje de almacenamiento de agua en el suelo de los bofedales, que se obtiene del estudio de almacenaje de agua presentado anteriormente.

a=Q

Q= caudal anual

A = superficie de bofedales (ha) dentro la zona de estudio, que se obtiene del estudio geográfico.

p = nivel freático del suelo medido (en cm)= 25cm para la zona de bofedales.

C = costo unitario (\$/m³) para una represa= 100 \$/m³

BOFEDAL DE MECHAUASCA

DATOS:

$$a = 0,32 \text{ m}^3/\text{s} = 0,32\%$$

$$A = 126,69 \text{ Ha}$$

$$p = 25 \text{ cm}$$

$$c = 100 \text{ \$/m}^3$$

$$V = 0,32\% * 126,69 \text{ Ha}(10)*25\text{cm}*(0,01)*100\text{\$/m}^3$$

$$\mathbf{V = 10135 \text{ \$/m}^3\text{anual}}$$

BOFEDAL DE PAYLACOCHA

DATOS:

$$a = 0,082 \text{ m}^3/\text{s} = 0,082\%$$

$$A = 159,2 \text{ Ha}$$

$$p = 25 \text{ cm}$$

$$c = 100 \text{ \$/m}^3$$

$$V = 0,082 \% * 159,2 \text{ Ha}(10)*25\text{cm}*(0,01)*100\text{\$/m}^3$$

$$\mathbf{V = 3263,6 \text{ \$/m}^3\text{anual}}$$

Valorando cuantitativamente la cantidad de almacenamiento del agua en los bofedales de Mechahuasca y Paylacocha y mediante cálculos interpretados según los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio nos dio que el valor económico del agua para el bofedal de Mechahuasca es de 10135 \$ m³/s Anual; mientras tanto el bofedal de Paylacocha es de 3263,6 \$ m³/s Anual, por ende los bofedales que se encuentran en la comunidad de Yacupartina tienen un gran valor económico en lo referente a la cantidad de almacenamiento de agua que llega a la suma de 13.398,6 \$ m³/s anuales.

Cantidad que se vería reflejada y beneficiada por la comunidad, si los bofedales permanecen conservados y protegidos, entrando a un proceso de pagos por servicios ambientales.

3. Valor económico de almacenamiento de carbono

El costo del almacenamiento de carbono consiste en el valor del beneficio social global que origina mitigar el cambio climático, pues el hacerlo evita probables daños a futuro asociados a mayores riesgos naturales climáticos.

Este valor ha sido determinado en la literatura en base a modelos de equilibrio que capturan este costo social del carbono

Los rangos de este costo se encuentran entre 13 y 17 \$/ton CO₂. (Jenkins *et al.* 2010).

Tabla44. Comparación de ecosistemas de páramo y selva tropical en términos de la cantidad de carbono acumulada en los compartimentos suelo y vegetación.

	Ton C/ha	
	PÁRAMO	SELVA TROPICAL
Vegetación	20	250
Suelo	1700	50
TOTAL	1720	300

Fuente: Hofstede 1999

El pajonal de páramo tiene máximo 40 toneladas por hectárea de materia seca en su vegetación, o sea, al quemar la vegetación se pierden máximas 20 toneladas de carbono elemental, pero en el cálculo anterior no hemos incluido el suelo, en el páramo, los suelos típicamente son muy negros y húmedos. Por el clima frío, la alta humedad y el hecho de que los suelos son formados en cenizas volcánicas recientes, la descomposición de materia orgánica es muy lenta. Por esto existe una gran cantidad de carbono almacenada en una capa gruesa de estos suelos.

Con una densidad aparente entre 0,5 y 1,5gr/cm, podemos calcular que en estos suelos almacenan 1700 toneladas de carbono por hectárea. Así, es evidente que en el ecosistema

páramo, si se considera el suelo, puede almacenar más carbono que la selva tropical. (Cunulata 2012).

$$V = \frac{\text{ton C}}{\text{Ha}} * \frac{44 \text{ ton CO}_2}{16 \text{ ton C}} * \frac{\$}{\text{ton CO}_2}$$

$$\frac{\text{ton C}}{\text{Ha}} = p * h * C * 100$$

Donde, V= valor en dólares (\$) del servicio de almacenaje de carbono.

C = carbono

p = densidad aparente del suelo medido en (gr/cm³), que proviene de los estudio de almacenaje de carbono indicado anteriormente.

h = profundidad a la cual se tomó la muestra (cm).

C = porcentaje en peso de carbono orgánico en el suelo.

El factor 100 es el resultante de la compensación de las unidades: cm, m y ha.

La relación 44/16 proviene de la relación estequiométrica de pesos moleculares con la finalidad de conocer cuánto CO₂ puede originarse por la descomposición del carbono orgánico.

BOFEDAL DE MECHAHUASCA

DATOS:

p=1,16 promedio de la densidad aparente, sale del resultado del análisis del laboratorio.

h=25 se tomo la muestra en el campo

c=19,66 promedio del porcentaje de carbono orgánico, sale del resultado del análisis del laboratorio.

\$=17

Ton CO₂=1700

Ha del bofedal=97,18 Ha sale del mapa de cambios de uso del suelo 2009

$$V = p * h * C * 100 * \frac{44 \text{ ton CO}_2}{16 \text{ ton C}} * \frac{\$}{\text{ton CO}_2}$$

$$V = p * h * C * 100 * \frac{44}{16} * \frac{17}{1700}$$

$$V = 1,16 * 25 * 19,66 * 100 * 2,74 * 0,01$$

$$V = 57014 * 2,74 * 0,01$$

$$V = 1562,18 \text{ \$/C/Ha} * 97,18 \text{ Ha}$$

$$V = 151,813 \text{ \$/C anual}$$

BOFEDAL DE PAYLACOCHA

DATOS:

p=1,04 promedio de la densidad aparente, sale del resultado del análisis del laboratorio.

h=25 se tomo la muestra en el campo

c=22,16 promedio del porcentaje de carbono orgánico, sale del resultado del análisis del laboratorio.

\\$=17

Ton CO₂=1700

Ha del bofedal=113,54 Ha sale del mapa de cambios de uso del suelo 2009

$$V = p * h * C * 100 * \frac{44 \text{ ton CO}_2}{16 \text{ ton C}} * \frac{\$}{\text{ton CO}_2}$$

$$V = p * h * C * 100 * \frac{44}{16} * \frac{17}{1700}$$

$$V = 1,04 * 25 * 22,16 * 100 * 2,74 * 0,01$$

$$V = 57,616 * 2,74 * 0,01$$

$$V = 1.578,67 \$/C/Ha * 113,54 Ha$$

$$V = 179.243,14 \$/C \text{ anual}$$

Valorando cuantitativamente la cantidad de almacenamiento de carbono en los bofedales de Mechahuasca y Paylacochoa y mediante cálculos interpretados según los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio nos dio que el valor económico del carbono para el bofedal de Mechahuasca es de 1.562,18 $\$/C/Ha$ anual; mientras tanto que el bofedal de Paylacochoa es de 1.578,67 $\$/C/Ha$ anual, por ende los bofedales que se encuentran en la comunidad de Yacupartina tienen un gran valor económico por el almacenamiento de carbono que asciende a la suma de 3140,85 $\$/C$ anuales.

Con la cantidad de 3140,85 logra en la comunidad un desarrollo sostenible, para conservar predios de carbono y ayudar a países industriales a cumplir sus compromisos de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

Estas compensaciones pueden efectuarse por medio del MDL a un costo menor por tonelada del que tendrían esos países si lo hicieran por sí solos.

El Ecuador no tiene límites en cuanto al nivel de emisiones, pero puede comercializar los créditos de carbono bajo el esquema de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

4. Valor económico para los bofedales según MAE PSB

El ministerio del ambiente trabaja en diferentes programas, uno de estos es el programa socio bosque P.S.B capítulo páramo, donde que proveen incentivos económicos a campesinos y comunidades indígenas que se comprometen voluntariamente a la conservación y protección de sus bosques nativos, páramos u otras formaciones vegetales nativa, con el objetivo de:

Proteger los bosques y sus valores ecológicos, económicos y culturales

Reducir tasas de deforestación y sus asociadas emisiones de gases de efecto invernadero

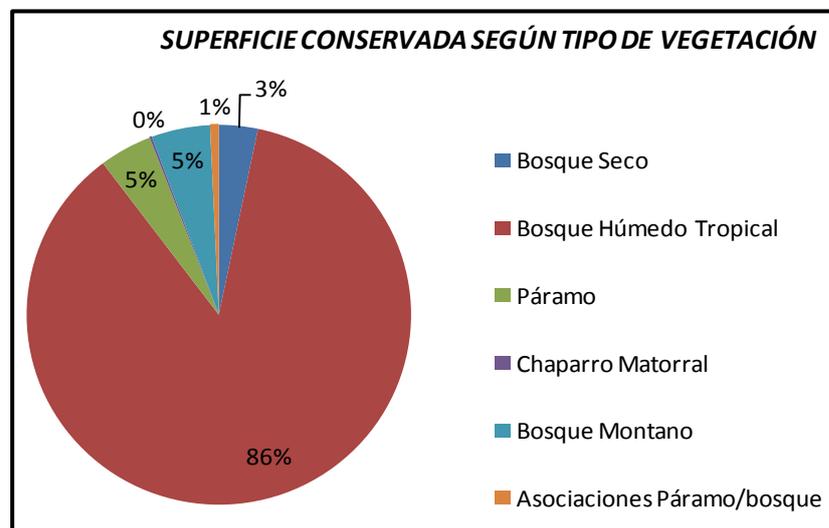
Posicionar al país como pionero a nivel internacional con un plan nacional de deforestación evitada

Mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales.

Tabla45. Resultados P.S.B, Hasta Mayo del 2012 a nivel del país.

INDICADORES	Individuales	Comunitarios	TOTAL
Número de convenios	1.657	123	1.780
Has. Conservadas	123.843,46	934.985,20	1.058.828,66
Beneficiarios	7.576	113.852	121.428
Familias	1.698	28.529	30.227
Incentivo anual	\$ 2.503.688	\$ 4.608.901	\$ 7.112.589,69

Fuente: MAE-PSB



Fuente: MAE-PSB

Grafico 32. Resultados P.S.B, Hasta Mayo del 2012 a nivel del país.

Valorando cuantitativamente los bofedales de la comunidad de Yacupartina si ingresaran al programa socio bosque capítulo páramo tendríamos que, el bofedal de Mechahuasca por las 127 Ha recibiría un incentivo económico anual de 5540 \$

Y el bofedal de Paylacocho por las 159 Ha recibiría un incentivo económico anual de 6180 \$

Si la comunidad de Yacupartina protegiera y conservara sus bosques ingresando al programa bosque capítulo páramo estarían recibiendo un incentivo económico anual de 11720 \$ dinero que les es beneficiosa para mejorar las condiciones de vida de sus pobladores.

5. Valor económico para la agricultura

Dentro de los bofedales, la actividad de agricultura a la que se dedican en la comunidad de Yacupartina es la producción de ajo, pastos y papas que siembran en toda la época del año y del cual se benefician económicamente para el cuidado y manejo de sus pastos para el ganado, con el ajo que lo sacan a la venta, las papas que les sirven de consumo humano, están percibiendo un ingreso de aproximadamente 100\$/persona x 75 cabezas de familia= 7500\$ en la comunidad.

El riesgo de las pérdidas de las cosecha se deben a que están a una altura sobre los 4200m de nivel del mar por ende no son significativamente económicas.

6. Valor económico para la tendencia de animales

En la comunidad de Yacupartina los pobladores se dedican al manejo de ganado vacuno para obtención de la leche beneficio que cobran 0.50 \$/L.

También tienen alpacas que pastorean en el paramo, se benefician de la lana que realizan productos como son bufandas, gorras y guantes los cuales son vendidos a los turistas a un precio de 5, 7 y 10 \$/prenda.

7. Valor económico para el turismo

En la comunidad de Yacupartina se dedican al turismo comunitario el cual consiste en guiara los turistas a los diferentes atractivos turísticos como son el Carihuirazo, paseo a caballo por los diferentes humedales, por otra parte tienen el hospedaje en cabañas y alimentación.

El cobro lo realizan de 15 a 20 dólares diarios por persona, ya sea el hospedaje, paseo a caballo o trekking a los diferentes lugares, fotografía, camping.

Los turistas que llegan a la comunidad de Yacupartina por lo general llegan en grupos de 7 personas como mínimo, ingresos económicos de \$ 140 que se beneficia la comunidad para la compra de semillas, alimentación, productos agrícolas.

8. Resumen de la valoración para el ecosistema bofedal

Tabla 46. Valoración del ecosistema bofedal.

VARIABLE ANALIZADA	\$	%
Calidad de agua	25692,37	41,71
Cantidad de almacenamiento de agua	13398,6	21,75
Cantidad de almacenamiento de carbono	3140,85	5,10
Programa socio bosque	11720	19,03
Actividad de agricultura	7500	12,17
Tendencia de animales.	11	0,02
Turismo	140	0,23
VALOR ECONÓMICO	61602, 82	100

Muchas de las variables analizadas hasta el momento carecen de un estudio profundo sobre intensidad de uso y niveles de carga.

Sin embargo los resultados intentan ser una aproximación al valor real del ecosistema que posiblemente, se esté subvalorando.

En la tabla muestra valores de cálculo de la calidad de agua, almacenamiento de agua y programa socio bosque que valora por el número total de hectáreas/anual, caso que no se da con el almacenamiento de carbono que solo se calcula por ha/anuales.

Para el caso de actividad de agricultura, tendencia de animales y turismo se estima los valores por grupo familiar.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** Se encontró la dinámica de cambios en los bofedales de Mechahuasca y Paylacocha, mediante la realización y actualización de mapas de uso y cobertura del suelo.
- 2.** En los bofedales de Mechahuasca y Paylacocha de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se determinó una buena calidad de agua apta para el consumo humano. Los nitratos y fosfatos con niveles bajos, indicadores de poca o nula contaminación agrícola por pesticidas, y un elevado contenido de materia orgánica la cual es excepcional para almacenar agua.
- 3.** En los bofedales de Mechahuasca y Paylacocha se halló alto almacenamiento de agua y carbono, esto depende a que el grado de conservación en estos ecosistemas es mucho mayor que en otros ecosistemas, además que favorece a mitigar en mayor proporción el cambio climático.
- 4.** Se determinó que los bofedales de Mechahuasca y Paylacocha en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo tienen un alto valor económico en el almacenamiento de agua y carbono, el cual es beneficioso para mejorar la calidad de vida directamente de las comunidades aledañas que protegen y conservan los bofedales.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Para el Ministerio del Ambiente trate de incluir los bofedales, humedales en el programa socio bosque capítulo páramo o a su vez en la convención Ramsar, para su protección y conservación.
- 2.** Seguir realizando investigaciones en la dinámica de cambios de uso y cobertura del suelo cada 2 años, para poder identificar si el bofedal de Mechahuasca y Paylacocha se están recuperando o se destruyendo durante el transcurso del tiempo.
- 3.** Garantizar un buen consumo de agua a las comunidades que se benefician, mediante mecanismos de desarrollo limpio MDL, con programas y proyectos financiados por los gobiernos autónomos descentralizados y ministerios de ramos pertinentes.
- 4.** Realizar un estudio de comparación de almacenamiento de agua y carbono en bofedales y en bosques primarios, para conocer cuál es el ecosistema que proporciona mayor valor económico.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: valorar económica el agua y carbono almacenado en los bofedales de Mechahuasca y Paylacochoa, ubicado en el sector de Cunuyacu comunidad de Yacupartina, cantón Pilaguín, provincia de Tungurahua; ; ayudándonos de imágenes satelitales y coordenadas geográficas tomadas en el campo; se realizó mapas de diferentes años y su dinámica de cambios actualizados al año 2012 de la cobertura y uso del suelo, con la recolección de muestras se determinó el análisis de calidad de agua dando un valor económico, de igual manera se realizó el cálculo de la cantidad de almacenamiento de agua y carbono mediante recolección de muestras de suelo enviándolas al laboratorio para sus análisis correspondientes y mediante cálculos de oficina. Dando como resultado mapas del año 1987, 2009 y actualizado al 2012 con su respectiva matriz de dinámica de cambios en la cobertura y uso del suelo, además se encontró una buena calidad de agua en los bofedales y obteniendo una gran cantidad de almacenamiento de agua y carbono que son representativos de los ecosistemas Humedales Altoandinos, concluyendo que se encontró la dinámica de cambios en los bofedales de Mechahuasca y Paylacochoa, presentando una buena calidad de agua y gran cantidad de almacenamiento de agua y carbono, recomendando ingresar los bofedales al programa socio bosque, de la misma manera que el Ministerio del Ambiente traten de incluir los bofedales en la convención Ramsar, para su protección y conservación.

IX. SUMMARY

This research proposes to evaluate economically water and carbon stored in wetlands of Mechahuasca and Paylacocho, located in the area Cunuyacu, Yacupartina community, Pilaguín Canton, Tungurahua Province. Maps from different years and updated dynamic changes in 2012 about the land use were performed with the help of satellite images and geographical coordinates taken in the field. Water quality was determined with samples collection giving them an economic value. The amount of water and carbon storage through collected soil samples was also performed by sending them to the laboratory for analysis and through office calculations. The results were maps of 1978, 2009 and updated in 2012 with their changes dynamic matrix in the coverage and land use. A good water quality was found in the wetlands with lots of water and carbon storage which are representative of Andean wetlands ecosystems. It is concluded that the changes dynamic was found in the wetlands of Mechahuasca and Paylacocho, presenting a good water quality and a large amount of water and carbon storage. It is recommended to include the wetlands in the Socio Bosque program, in the same way the Ministry of Environment should try to include the wetlands in the Ramsar convention for protection and conservation.

X. BIBLIOGRAFÍA

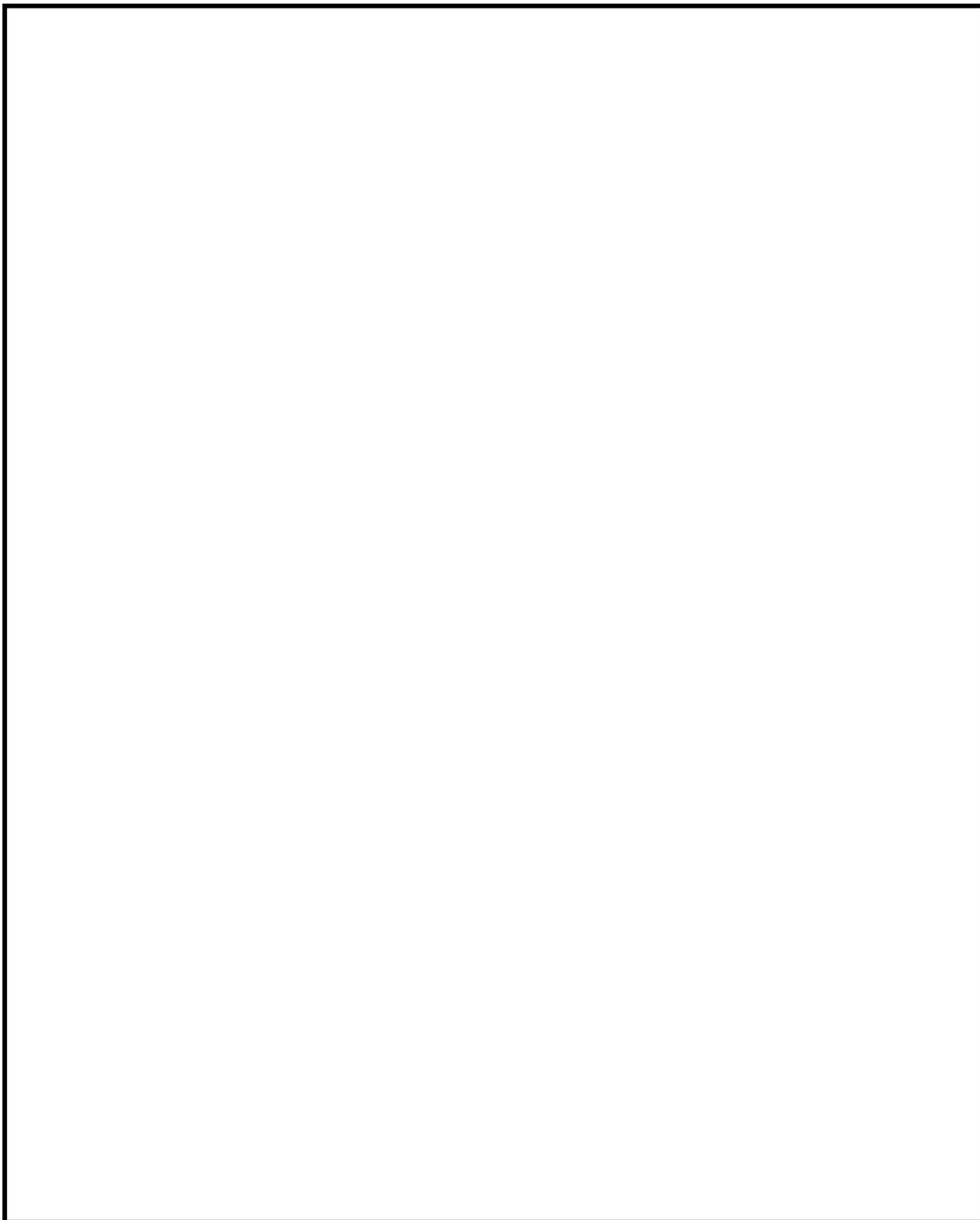
1. CALDERÓN María J, 2010, estudio de calidad de agua de formaciones de los humedales del FSO, Creación de capacidades para la valoración socioeconómica de humedales Altoandinos, Quito – Ecuador, 1-15pp.
2. CUNALATA Cristian R, 2012, tesis ESPOCH, cuantificación de carbono total almacenado en suelos de paramos en las comunidades Shobol y Chimborazo, Riobamba – Ecuador, 22pp.
3. DUEÑAS J. Y CISNEROS C, 2007, Legislación ambiental; Tomo V: Control de Contaminación, Legislación Codificada. Corporación de Estudios y Publicaciones. Quito – Ecuador.
4. FLACHIER, 2009, caracterización de los humedales, caracterización ecológica de las turberas y bofedales del sistema de humedales Amaluza, 2 pp.
5. FREIRE Juan F, 2005, Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, descripción general de la R.P.F.CH, 1- 63 pp.
6. GARCIA Jason, 2003, análisis del potencial de emisión de dióxido de carbono del paramo de Chingaza y lineamientos para su conservación en el contexto del mecanismo de desarrollo limpio, Colombia – Bogotá, 38pp
7. IZURIETA Xiomara, 2005, turberas alto Andinas, Espacios frágiles de vida y cultura, Complejo de turberas ÑucanchiTurupamba, Quito – Ecuador, 25 pp.
8. LA CONVENCION RAMSAR EN EL ECUADOR, 2008, guía sobre la conservación y uso racional de los humedales, Quito – Ecuador, 1-85pp.
9. MAE. 2006. Plan gerencial, Reserva de Producción Faunística Chimborazo, Ministerio del Ambiente. Quito.

10. SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR, 2004. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar, GLAND (SUIZA).
11. TULAS, texto unificado de la legislación ambiental de control y prevención de la contaminación del Ecuador, año de publicación 31/mar/2003, libro IV de la Biodiversidad, Anexo I norma de calidad ambiental de descarga de afluentes: recurso agua.
12. VILLAROEL M, 2010, diseño metodológico para la valoración socioeconómica de los bofedales y turberas Altoandinas, proyecto creación de capacidades para la valoración socioeconómica de los humedales Altoandinos, Quito-Ecuador, 1-36 pp.
13. VILLAROEL M, 2010, Almacenamiento de agua y carbono en turba de los páramos del Frente Sur, proyecto creación de capacidades para la valoración socioeconómica de los humedales Altoandinos, Quito-Ecuador, 1-13 pp.
14. **LOS BOFEDALES**, 2012, 13 de Mayo Disponible en:
http://www.agronomia.uchile.cl/web/manuel_casanova/renares/2006%20bofedales.pdf
15. **LOS HUMEDALES**, 2012, 13 de Mayo Disponible en:
http://www.portalcuenas.net/mensajes_semanales/archivos/humedales_conservacion.pdf
16. **CAUDAL**, 2011, 03 de mayo Disponible en:
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/flujoencanales/aforamientocorrientes/aforodecorrientes.html>
17. **MARISMA**, 2012, 31 de Octubre, disponible en:
<http://es.thefreedictionary.com/marisma>

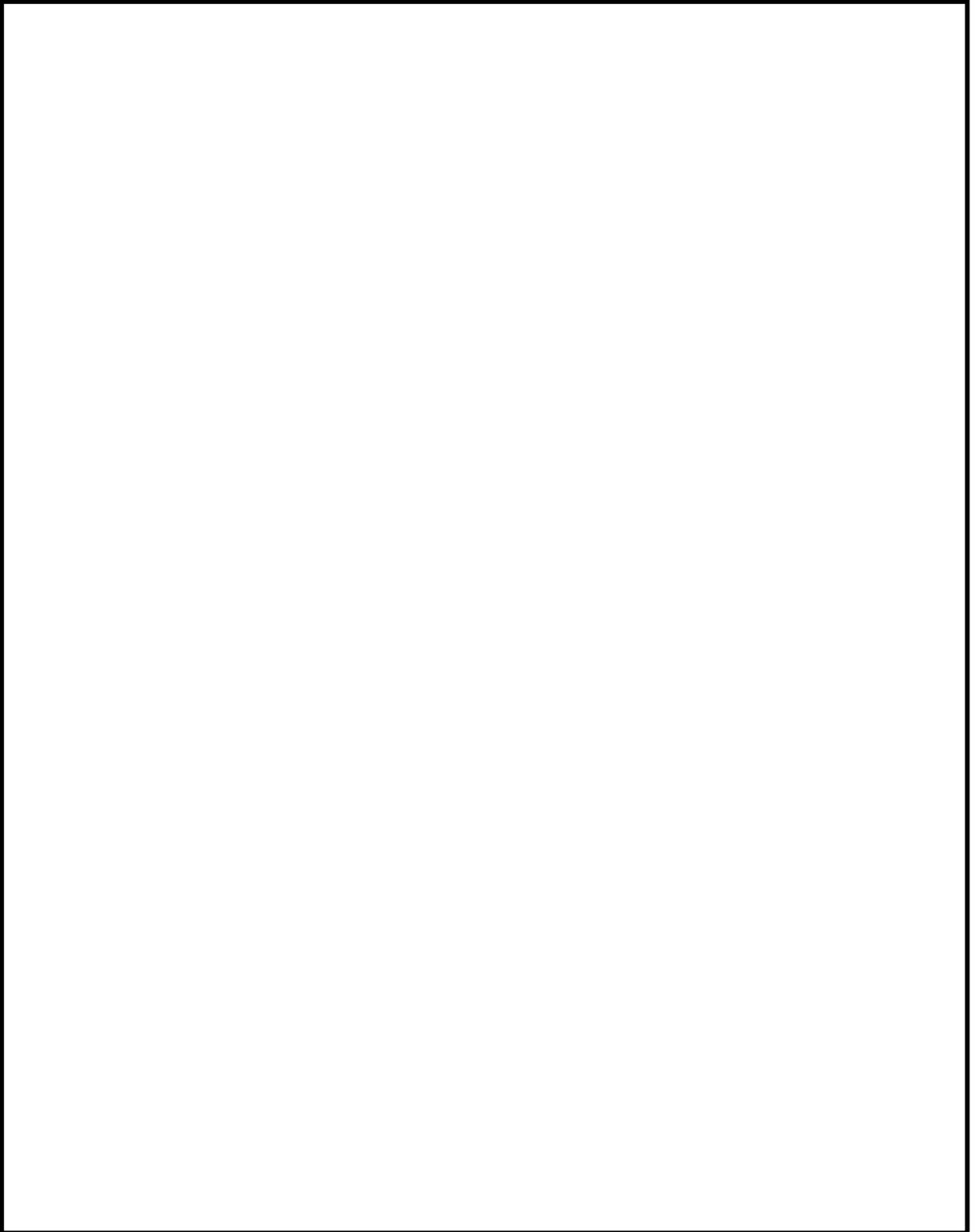
18. **TURBERAS**, 2012, 31 de Octubre, disponible en:
<http://es.thefreedictionary.com/turberas>
19. **TULAS**, 2012, 13 de Diciembre, disponible en:
<http://ecuadorforestal.org/legislacion-forestal/>
20. **AGRESTE**, 2012, 31 de Octubre, disponible en:
<http://palabrayvidas.com/la-palabra-agreste-significa.html>
21. **ESTUARIO**, 2012, 31 de Octubre, disponible en:
<http://es.thefreedictionary.com/estuario>
22. **LACUSTRE**, 2012, 31 de Octubre, disponible en:
<http://definicion.de/lacustre/#ixzz2AtKg3O7I>
23. **RIVERA**, 2012, 31 de Octubre, disponible en:
<http://es.thefreedictionary.com/ribera>
24. **SUELOS HIDROMORFOS**, 2012, 13 de Diciembre, disponible en:
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/tag/suelos-hidromorfos>
25. **ZONA INTERMAREAL**, 2012, 31 de Octubre, disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Zona_intermareal

XI. ANEXOS

Anexo 1: Localización de la investigación con respecto a la R.P.F.CH.



Anexo 2: División política con respecto a la R.P.F.CH.



Anexo 3: Tabla del método del cálculo del ICA

PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR NETO	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Oxígeno disuelto	% de saturación	Obtenidos de los análisis de laboratorio	Se obtiene de los gráficos de tendencia	0.17	Obtenido de la multiplicación: VALOR Q x FACTOR DE PONDERACION
Coliformes fecales	UFC/100mL			0.16	
Ph	Unidades			0.11	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L			0.11	
Variación de temperatura	°C			0.11	
Fosfato Totales	mg/L			0.1	
Nitratos	mg/L			0.1	
Turbidez	NTU			0.08	
Sólidos disueltos totales	mg/L			0.07	

Fuentes: Mitchell y Stapp 1993

Anexo 4: Tabla de los rangos de valores para calidad de agua según el índice WQI (ICA)

Rangos de valores para calidad de agua según el índice WQI (ICA)			
RANGO DE VALORES	DE	CALIDAD DE AGUA	DE
0.90 - 1.00		Muy Buena	
0.70 - 0.89		Buena	
0.50 - 0.69		Media	
0.25 - 0.49		Mala	
< 0.25		Muy Mala	

Fuente Mitchell y Stapp 1993

Anexo 5: Tabla de cálculo de pago de incentivos programa socio bosque, solo comunidades

CATEGORIA	LÍMITES		Valor/ ha.	ACUM. CATEG ANTERIOR
1	1	50	60,00	0
2	51	100	40,00	3.000
3	101	900	20,00	5.000
4	901	3.000	10,00	21.000
5	3.001	10.000	4,00	42.000
6	10.000		1,00	70.000

Anexo 6: Encuesta

ENCUESTAS DE CAMPO					
ENCUESTA N#					
Fecha:					
Hora:					
Provincia: TUNGURAHUA Cantón: AMBATO					
Parroquia: PILAGUÍN Comunidad: YACUPARTINA					
Nombre:					
EDAD:					
1.- DATOS FAMILIARES:					
Número de habitantes en la familia:		Hombres:		Mujeres:	
2. NIVEL DE INSTRUCCIÓN					
Primaria:		Secundaria:		Licenciatura:	
3.- TENDENCIA DE TIERRA					
Ecoturismo:		Agricultura:		Ganadería:	
				Pastos:	
4.- TENDENCIA DE ANIMALES:					
Ganado:		Borregos:		Llamas:	
				Alpacas:	
5.- VIVIENDA:					
Paja:		Cemento:		Adobe:	
				Tapial:	
6.- CULTIVOS:					
Ajo:		Pastos:		Papas:	
7.- MANTIENEN EL AGUA DEL BOFEDAL					
Si:		No:			
8.- QUEMAN EL PAJONAL					
Rebrote:		Agricultura:		Desconocimiento:	
9.- QUE BENEFICIOS LES DA EL BOFEDAL					
Económico:		Turismo:		Cultural:	
				Protección:	
				Agua:	
				Carbono	
10.- QUE VALOR DARIAN AL BOFEDAL					
5000 - 10000		11.000 - 15.000		16.000 - 20.000	

Anexo 7: Muestras de los análisis químicos del agua

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Efraín Villares

Fecha de Análisis: 31 de julio del 2012

Fecha de entrega de resultados: 7 de agosto del 2012

Tipo de muestra: Agua superficial muestra N° 1

Localidad: Humedal Mechahuasca Reserva Chimborazo

Código LAT/148-12

Análisis Químico

Determinación	unidades	*Método	Resultados
pH	Und.	4500-B	7.5
Turbiedad	UTN	2130-B	3
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	145.7
Salinidad	%		<0.1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5220-C	1.76
Saturación de Oxígeno	%		64.4
Oxígeno disuelto.	mg/L	4500-O-C	13.8
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	76

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Alvares R.

RESP. LAB ANÁLISIS TÉCNICOS



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

Anexo 8: Muestras de los análisis microbiológicos del agua.

 <p>LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS ESPOCH</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA AREA DE MICROBIOLOGIA Panamericana Sur Km 1 ½ Tel/Fax 03-29605912</p>
--	---

EXAMEN MICROBIOLOGICO DE AGUA N° 128-12

Solicitado por: Efrain Villares

Dirección: Cdla 13 de abril Mz F casa 14 . Riobamba.

Teléfono:317335

Tipo de muestra:Vertiente Mechahuasca. Comunidad Cunuyacu. Parroquia Pilahuin . Cantón ambato. Provincia del Tungurahua.

Fecha de Recepción: 30 de julio de 2012

Código: 128-12

01 EXAMEN FISICO

Olor: Inolora

Color: Ligeramente amarillenta

Aspecto:Presencia de sólidos en suspensión.

02 DETERMINACIONES	METODO USADO	VALORES DE REFERENCIA*	VALOR ENCONTRADO
Colonias Coliformes Totales UFC / 100 mL	Método estándar 9222B Técnica de filtración por membrana. Millipore . 44.5°C ± 0.2°C/24h.	<1.1	<1.1
Colonias Coliformes Fecales. <i>E. coli</i> UFC / 100 mL	Método estándar 9222D Técnica de filtración por membrana. Millipore . 44.5°C ± 0.2°C/24h.	<1.1	<1.1

03 OBSERVACIONES:

*NTE INEN 1108. Límite máximo (para aguas potables) <1.1 significa que en el ensayo de NMP utilizando 5 tubos de 20cm³ o 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo

FECHA DE ANÁLISIS

Inicio	Final
30/07/12	31/07/12


Maritza Yanez Navarrete
Técnica de Laboratorio

**NOTA: El informe afecta solo a la muestra de ensayo**

El informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previa autorización del laboratorio

Anexo 9: Muestras de los análisis físicos y químicos del suelo.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE SUELOS**

Nombre del Propietario: Efraín Villares

Remite:

Ubicación: Reserva de producción Fauna Chimborazo
Nombre de la granjaCunuyaku
ParroquiaPilahuín
Cantón

Fecha de ingreso: 20/09/2012

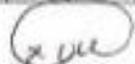
Fecha de salida: 27/09/2012

Tungurahua
Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE SUELOS

Identificación	pH	% M.O	% H	mg/L			% C.Org	%Nt	R/C:N	D.A (gr/cm)
				NH ₄	P	K				
Pajonal Mechahuasca	5.4 Ac.	3.6 M	31.8	10.7 B	11.6 B	327.6 M	0.9	0.04	22.5 A	1.3
Turbera Mechahuasca	5.9 L.Ac.	7.2 A	52.9	7.8 B	15.3 B	282.0 B	4.2	0.14	30.0 A	1.1
Pajonal Pallarocha	5.2 Ac.	12 A	38.7	12.1 B	19.2 M	740.1 A	6.7	0.10	67.0 A	1.1
Turbera Pallarocha	5.7 L.Ac.	45.8 A	92.0	11.2 B	13.1 B	837.2 A	26.5	0.34	77.9 A	0.9
Mezcla húmedal Pajonal	5.6 L.Ac.	7.6 A	34.6	8.7 B	14.4 B	388.2 M	4.4	0.08	55.0 A	1.1

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
L.Ac. Ligeramente ácido	M: medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo


 Ing. Mario E. Oñate A.
 DIRECTOR DPTO DE SUELOS


 Ing. Elizabeth Pachacama
 TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

Anexo 10

GLOSARIO

Agreste: Áspero, inculto o lleno de maleza.

Antrópicas: Lo originado por la actividad humana.

Biotopos acuáticos y terrestres: Es un área de condiciones ambientales uniformes que provee espacio vital a un conjunto de flora y fauna.

El biotopo es casi sinónimo del término hábitat con la diferencia de que hábitat se refiere a las especies o poblaciones mientras que biotopo se refiere a las comunidades biológica.

Bofedal: Constituye un área de terreno importante, saturado de humedad debido a que el suelo es rico en materia orgánica, de escaso drenaje y densamente cubierto de vegetación cespitosa; generalmente se halla ubicado en las altas cumbres, comúnmente llamado humedal de alturas.

Humedal: Son ecosistemas permanentes o temporales en los que convergen los biotopos acuático y terrestre, poseen un alto grado de saturación del suelo por agua.

Estuario: Desembocadura de un río caudaloso en el mar, caracterizada por tener la forma de un embudo cuyos lados van apartándose en el sentido de la corriente y por la influencia de las mareas en la unión de las aguas fluviales con las marítimas

Lacustre: Todo lo que guarda relación con un lago. Puede tratarse de una cosa o persona que se encuentra o que realiza algo en un lago o a orillas de él.

Limnológico: Ciencia dedicada al estudio de las masas de agua de los continentes.

Marismas: Zona baja, llana o suavemente ondulada, que es invadida por el agua del mar o de los ríos, formada por arenas o limos.

Mechahuasca: Mecha= vela o candelabro y Huasca=Soga; significa soga de la vela

Microorganismos aerobios: Organismos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno diatómico.

Oxígeno diatómico: Son aquellos que están formados por dos átomos del mismo elemento químico

Paylacocha: Payla=forma de paila y Cocha=laguna; significa laguna en forma de paila

Palustres: Perteneciente a pantano o laguna.

Ramsar: Localidad de Irán o Suiza donde se aprobó la convención y el uso racional de los humedales

Ribera: Orilla del mar o del río.

Turberas: Zona pantanosa o encharcada donde, por acumulación de tierra y agua existe transformación de vegetales.

Tobas volcánicas pliocénicas: materiales que expulsa el volcán hace miles de años atrás.

Suelos hidromorfos: Son suelos que suelen encharcarse “superficialmente” durante las estaciones lluviosas, debido a una capa de agua colgada (napa) sobre material poco permeable que impide la rápida infiltración del agua.

Valoración: Cuantificación de los valores de un bien o servicio.

Valor: Utilidad de un bien o servicio, que suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él.

Zona intermareal: También llamada *estran*, es la parte del litoral situada entre los niveles conocidos de las máximas y mínimas mareas

Anexo 11

ABREVIATURAS

ICA: Índice de calidad de agua

INEFAN: Instituto ecuatoriano forestal y de áreas naturales y de vida silvestre.

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador.

MDL: Mecanismo de desarrollo limpio.

MIDUVI: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda

P.S.B: Programa socio bosque.

R.P.F.CH: Reserva de Producción Fauna Chimborazo.

RAMSAR: Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

SIG: Sistema de información geográfica, especializado en el manejo y análisis de información geográfica (geoespacial).

TULAS: Texto Unificado de la Legislación Ambiental de Control y Prevención de la Contaminación del Ecuador.

WQI: Water Quality Index

Anexo 12: Fotografías

Bofedal de Mechahuasca.



Bofedal de Paylacocho.



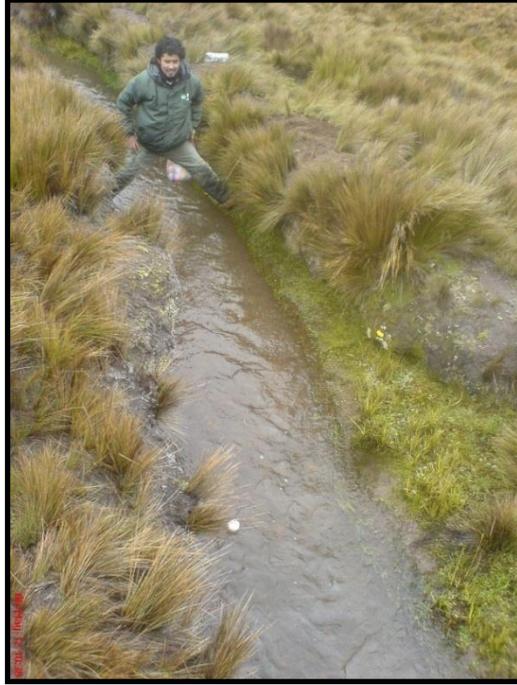
Georeferenciación bofedal de Mechahuasca.



Georeferenciación bofedal de Paylacocho.



Calculo de caudal de agua bofedal de Mechahuasca.



Calculo de caudal de agua bofedal de Paylacocha.



Toma de muestras de agua.



Toma de muestras de suelo.





Turismo comunitario.**Tipo de vivienda en la comunidad de Yacupartina.**