



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**Caracterización ecológica de los Bofedales, como hábitat vital de las  
Vicuñas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con la  
aplicación de herramientas de SIG y teledetección**

**Paulina Beatriz Díaz Moyota**

**Richard Resl, Ph.D.(c), Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Magíster en  
Sistemas de Información Geográfica

Quito, enero de 2015

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Caracterización ecológica de los Bofedales, como hábitat vital de las  
Vicuñas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con la  
aplicación de herramientas de SIG y teledetección**

**Paulina Beatriz Díaz Moyota**

Richard Resl, Ph.D. (c)  
**Director de Tesis**

-----

Pablo Cabrera, MSc.  
**Miembro del Comité de Tesis**

-----

Richard Resl, Ph.D. (c)  
**Director del Programa de Maestría en  
Sistemas de Información Geográfica**

-----

Stella de la Torre, Ph.D.  
**Decana del Colegio de  
Ciencias Biológicas y Ambientales**

-----

Victor Viteri Breedy, Ph.D.  
**Decano del Colegio de Postgrados**

-----

Quito, enero de 2015

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

-----  
Paulina Beatriz Díaz Moyota

060291442-6

Quito, enero de 2015

## DEDICATORIA

Los resultados de este proyecto, están dedicados  
A todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación...

Dedico este trabajo a mi mami Beatriz Moyota, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por compartir momentos significativos conmigo, por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento, es quien me ha impulsado el llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Y principalmente a ti Alejandrino a quien amo infinitamente, tú me enseñaste y sigo aprendiendo lo más valioso de esta vida ser madre y saber serlo, por ti mi pequeño hijito me siento comprometida a seguir dedicando más tiempo a mi formación personal para ser tu ejemplo pues, a tus efímeros cuatro años has logrado tanto, me sorprendes cada día con tu deseo incansable de aprender, hacer y ser todo lo que quieres.

*Paulydíaz*

## AGRADECIMIENTOS

Mi mami que me apoya cada día, quien ha invertido y motivado mi formación académica y estuvo junto a mí para sacar adelante este proyecto.  
Creyó en mí en todo momento.

Al Ing. Fernando Romero Decano de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, gracias a su confianza por apoyarme siempre y encomendarme este proyecto como parte del convenio con la Faculty of Forestry de la Lakehead University y junto con la guía y apoyo del profesor Phd. Brian McLaren hemos logrado sacar este proyecto a término.

A mis tutores, quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba mis capacidades y conocimientos en el desarrollo de este proyecto, el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas.

Y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad que nos abre sus puertas, preparándonos para un futuro y formándonos como personas competitivas.

*Paulydiaz*

## RESUMEN

Este estudio presenta una metodología basada en clasificación de imágenes de satélite Landsat 7 ETM+ para clasificar humedales alto andinos conocidos como bofedales en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Seis de los siete bofedales georreferenciados in-situ pertenecen a esta categoría y sólo uno pertenece al altiplano. Los bofedales se encuentran dentro de la RPFCH en las jurisdicciones de la Provincia de Tungurahua: Río Blanco, sector Valle de Mocha, 472,26 ha., 4400 msnm.; Provincia de Chimborazo: Bofedal Quebrada Toni, sector Urbina, 16,74 ha, 4301 msnm, bofedal El Refugio (Hermanos Carrel), en el Nevado Chimborazo, 1,44 ha., 4800msnm, y el bofedal Curi Pogyo, Chorrera Mirador, 0,34 ha., 4523 msnm. Y en la Provincia de Bolívar: el bofedal Chag Pogyo, Pulinguí San Pablo, 19,36 ha., 4064 msnm; Bofedal Sinche1, sector las antenas, 8,53 ha., 4167 msnm., y Sinche2, sector Puente Ayora, 9,39 ha., 3981 msnm, se ubica a una menor altura, siendo el único bofedal de altiplano.

Se utilizaron dos imágenes del satélite Landsat 7 ETM+ para captar la variabilidad espacial y temporal de estos ecosistemas y definir la caracterización de bofedales en la reserva, de los años 2001– EarthSat, 2004– USGS y una ortofoto 2013-2014– SIG tierras. Se procesaron cuatro clases representativas en la RPFCH: nieve, roca, pajonal y bofedal. Los resultados fueron evaluados usando imágenes de satélite de alta resolución espacial, lo cual permitió conocer que en esta cuenca alto andina existen 55.66 ha de bofedales, representando solamente un 0,098 % del área total (56653, 27 ha.) de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Palabras clave: teledetección, bofedal, RPFCH, Landsat.

## ABSTRACT

This paper presents a methodology based on classification of images from Landsat 7 ETM + to classify Andean wetlands known as "Bofedal" (wetland) located in the Fauna Production Reserve Chimborazo. Six of the seven in-situ geo-referenced wetlands belong to this category and only one belongs to the "Altiplano". The wetlands are within the RPFCH in the jurisdictions of the province of Tungurahua: Río Blanco, "Mocha" Valley area, 472.26 ha, 4400 m.; Chimborazo Province: Bofedal Quebrada Toni, Urbina area, 16.74 ha, 4301 m, bofedal El Refugio (Hermanos Carrel) at the Nevado Chimborazo, 1.44 ha, 4800msnm, and Curi bofedal Pogyo, Chorrera Mirador, 0.34 ha., 4523 m. and in the Bolivar Province: the wetlands Chag Pogyo, Pulinguí San Pablo, 19.36 ha, 4064 meters above sea level. Bofedal Sinche1, the sector "antennas", 8.53 ha. 4167 m., And Sinche2, "Puente Ayora" area, 9.39 ha., 3981 meters, is located at a lower altitude, the only bofedal which belongs to "Altiplano".

Two images of Landsat 7 ETM + were used to capture the spatial and temporal variability of these ecosystems and define the characterization of wetlands in the reserve EarthSat the years 2001, 2004 and orthophoto 2013-2014- USGS GIS land. Snow, rock, grassland and wetland: Four representative classes in RPFCH processed. The results were evaluated using satellite images of high spatial resolution, allowing know that in this high Andean basin there must bofedales 55.66, representing only 0.098% of the total area (56653, 27 ha.) of the Fauna Production Reserve Chimborazo.

**Key words:** Overlapping, wetlands- bofedales, RPFCH, Landsat.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1Objetivo General.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2Objetivos específicos .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>18</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Bofedales .....</b>	<b>18</b>
a. Definición.....	18
b. Generalidades .....	18
c. Importancia.....	19
d. Problemática.....	20
e. Tipos de bofedales .....	21
<b>3.2 Vicuñas .....</b>	<b>22</b>
a. La vicuña .....	22
b. Taxonomía.....	22
c. Características anatómicas y fenotípicas .....	23
d. Distribución y estado de conservación en el Ecuador .....	23
e. Convenio de la vicuña .....	24
<b>3.3 Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo .....</b>	<b>25</b>
a. Características generales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.....	25
b. Hidrología.....	25
c. Clasificación ecológica.....	26
d. Flora .....	27
e. Fauna .....	28
f. Usos de la tierra.....	28
<b>3.4 SIG y Teledetección.....</b>	<b>28</b>
a. SIG .....	28
b. Teledetección.....	29
c. Tipos de satélites .....	29
d. Combinación de Bandas Landsat .....	32
e. Índice de vegetación (NDVI) .....	32
f. Herramientas relacionadas .....	33

<b>CAPÍTULO III</b> .....	35
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	35
<b>4.1 Localización</b> .....	35
<b>4.2 Ubicación geográfica</b> .....	35
<b>4.3 Características climáticas</b> .....	35
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	37
<b>5.1 Para el cumplimiento del objetivo 1</b> .....	37
<b>5.1.1 Fase logística</b> .....	37
a. Contacto con líderes comunitarios .....	37
b. Recopilación de la información primaria .....	37
c. Realización de itinerario y visitas de campo .....	38
d. Georreferenciación de los bofedales .....	38
e. Procesamiento y Análisis de la información .....	38
f. Análisis físico químico de agua y suelo .....	38
<b>5.2 Para el cumplimiento del objetivo 2</b> .....	39
<b>5.2.1 Recopilación de la información</b> .....	39
a. Información cartográfica .....	39
b. Información Satelital .....	39
<b>5.2.2 Procesamiento y Análisis de la información</b> .....	41
a. Componer una imagen satelital de una imagen multiespectral .....	41
b. Corrección radiométrica .....	41
c. Comparación temporal de bofedales .....	42
d. Composición de bandas.....	42
e. Índice de vegetación. NDVI.....	43
f. Clasificación digital.....	43
<b>5.3 Para el cumplimiento del objetivo 3</b> .....	43
<b>5.3.1 Elaboración de los mapas base y temáticos</b> .....	43
a. Mapa base.....	43
b. Mapas temáticos.....	44
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	45
<b>6. RESULTADOS</b> .....	45
<b>6.1 Identificación y descripción de los bofedales</b> .....	45
<b>6.2 Itinerario y visitas de campo</b> .....	47
<b>6.3 Análisis físico químico de agua y suelo</b> .....	47
<b>6.4 Procesamiento y Análisis de la información</b> .....	53
a. Componer una imagen satelital de una imagen multiespectral y Corrección Radiométrica	54
b. Composición de bandas área completa RPFCH.....	56

c. Composición de bandas y comparación por años de cada bofedal.....	60
d. Comparación temporal de bofedales .....	67
e. Clasificación digital Supervisada y no supervisada .....	70
f. Índice de vegetación NDVI.....	76
<b>6.5 Interpretación y clasificación de la Cobertura vegetal .....</b>	<b>79</b>
<b>6.6 Elaboración de los mapas base y temáticos.....</b>	<b>81</b>
a. Mapa base.....	81
b. Mapas temáticos .....	83
<b>6.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>91</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>105</b>
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>108</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>9. BIBIOGRAFÍA .....</b>	<b>109</b>
<b>10.GLOSARIO.....</b>	<b>113</b>
<b>11.ANEXOS .....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE FIGURAS

NÚMERO DE FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Figura 1	<a href="http://www.glcf.umiacs.umd.edu">www.glcf.umiacs.umd.edu</a> .....	40
Figura 2	Imagen multiespectral RPFCH (2001– EarthSat).....	54
Figura 3	Imagen multiespectral RPFCH (2001– USGS).....	54
Figura 4	Imagen multiespectral RPFCH (2004– USGS).....	55
Figura 5	Ortofoto RPFCH (2013-2014 – SIG-Tierras).....	55
Figura 6	Composición de bandas 432 y 453 RPFCH (2001–EarthSat).....	56
Figura 7	Composición de bandas 432 y 453 RPFCH (2001– USGS).....	57
Figura 8	Composición de bandas 432 y 453 RPFCH (2001– USGS).....	58
Figura 9	Composición bandas Ortofoto RPFCH 2013-2014 – SIG-Tierras.....	59
Figura 10	Set combinación de bandas de cada bofedal estudiado (2001– USGS).....	60
Figura 11	Set combinación de bandas de cada bofedal estudiado (2001– EarthSat).....	62
Figura 12	Set combinación de bandas de cada bofedal estudiado (2004– USGS).....	65
Figura 13	Set comparación temporal de cada bofedal (2001– EarthSat, 2004– USGS, ortofoto 2014).....	67
Figura 14	Set clasificación supervisada y no supervisada RPFCH (2001– EarthSat).....	70
Figura 15	Set clasificación supervisada y no supervisada RPFCH (2004– USGS).....	72
Figura 16	Set clasificación digital Supervisada y no supervisada RPFCH (2013-2014).....	74
Figura 17	NDVI de la RPFCH (2001– EarthSat).....	76
Figura 18	NDVI - RPFCH (2004– USGS).....	77
Figura 19	NDVI - Ortofoto RPFCH (2013-2014 – SIG-Tierras).....	78
Figura 20	Clasificación Supervisada RPFCH .....	79
Figura 21	NDVI - Ortofoto RPFCH.....	80
Figura 22	Ficha de resultados El bofedal Río Blanco (Valle de Mocha) - RPFCH.....	91
Figura 23	Ficha de resultados bofedal Quebrada Toni (Urbina) - RPFCH .....	93
Figura 24	Ficha de resultados bofedal Quebrada Toni (Urbina) – RPFCH.....	95
Figura 25	Ficha de resultados bofedal Curi Pogyo (Chorrera Mirador)- RPFCH.....	97
Figura 26	Ficha de resultados bofedal Chag Pogyo - RPFCH.....	99
Figura 27	Ficha de resultados bofedal Sinche - (Sector las antenas)- RPFCH.....	101
Figura 28	Ficha de resultados bofedal Sinche (Puente Ayora) – RPFCH.....	103

## LISTA DE TABLAS

NÚMERO DE TABLA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Tabla1.	Tipos de bofedales, según Cárdenas & Encina, 2008.....	21
Tabla2.	“Antecedentes Históricos del Conocimiento de la Vicuña”.....	23
Tabla3.	Distribución administrativa de la Reserva de producción de Fauna Chimborazo.....	24
Tabla4.	Características de las imágenes satelitales.....	30
Tabla5.	Sensor Landsat 7 ETM+.....	31
Tabla6.	Sensor Landsat 5 TM.....	31
Tabla7.	Coordenadas de los bofedales.....	35
Tabla8.	Bofedales georreferenciados.....	46
Tabla 9.	Resultados generales de suelo y agua.....	48
Tabla 10	Características de las imágenes de satélite utilizadas.....	53
Tabla 11	Resultados de la clasificación supervisada y no supervisada.....	79

## LISTA DE MAPAS

<b>NÚMERO DE FIGURA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
Mapa 1	Mapa de ubicación de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.....	36
Mapa 2	Ubicación de bofedales en la RPFCH .....	82
Mapa 3	Bofedal Río Blanco (Valle de Mocha).....	84
Mapa 4	Bofedal Quebrada Toni (Urbina).....	85
Mapa 5	Bofedal El Refugio (Hermanos Carrel).....	86
Mapa 6	Bofedal Curi Pogyo (Chorrera Mirador).....	87
Mapa 7	Bofedal Chag Pogyo (Pulinguí San Pablo).....	88
Mapa 8	Bofedal Sinche (Sector las antenas).....	89
Mapa 9	Bofedal Sinche (Puente Ayora).....	90

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

La Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo (RPFCh), fue establecida como tal dentro del marco de la Estrategia Preliminar para la Conservación de Áreas Silvestres Sobresalientes del Ecuador mediante acuerdo ministerial No 437 del 26 de Octubre de 1987, publicado en el Registro Oficial No 806 del 9 de Noviembre de 1987, con un área de 58.560 hectáreas que comprende los volcanes Chimborazo y Carihuairazo y territorios de páramos aledaños.

Siguiendo la preocupación de Bolivia y Perú por la paulatina disminución de la población de vicuñas en sus páramos, en 1969 firman un Convenio bilateral con el propósito de proteger a esta especie nativa de los Andes sudamericanos; esta actitud es acogida a su vez por Chile y Argentina dando inicio a la conformación del Convenio de Protección y Manejo de la vicuña.

El Ecuador en 1976, se adhiere al Convenio para la Conservación de la Vicuña, Tratado de La Paz del 16 de agosto de 1969, en 1982 el País ratifica el Convenio sobre Conservación y Manejo de la Vicuña del 20 de diciembre de 1979. Como en el Ecuador la vicuña se extinguió por diferentes razones, los cuatro países deciden apoyar al País con la donación de 100 vicuñas cada uno. Los países miembros del Convenio cumplen su ofrecimiento entregando en Julio 1988 Chile 100 vicuñas, en Noviembre de 1988 Perú entrega 100 vicuñas y en Diciembre de 1993 Bolivia entrega 77 que se las ubica en los páramos del Chimborazo dando de esta manera cumplimiento a uno de los objetivos de la creación de la Reserva y en la actualidad se tiene una población de más de 3000 camélidos de dicha especie.

Si actualmente las vicuñas sólo ocuparan el ecosistema de vegetación geliturbada y edafoxeró-filasubnival paramuna, esta zona estaría al borde de la sobrepoblación, esta zona estaría al borde de la sobrepoblación, pero los grupos están dispersos en otras zonas de la RPFCH. (MAE, Plan de acción nacional para el manejo y conservación de la Vicuña, 2011)

Los bofedales poseen una alta productividad para las vicuñas, por lo tanto, son de alto interés económico en la región, además de su importancia ecológica por su alta biodiversidad en fauna y flora y que es un componente fundamental en el ciclo del agua en la región. Pero las condiciones ambientales en los bofedales y otros pastizales hacen que estos ecosistemas sean clasificados como frágiles. (Lara, 2005). Es por eso que se ve la necesidad prioritaria del estudio de los bofedales dentro de la Reserva.

Estos ecosistemas engloban una gran heterogeneidad en formas, tipos de suelo y comunidades vegetales (Boelcke, 1957; Speck et al., 1982; Bran et al., 1990), lo cual permite diferenciar distintos tipos o clases. Ayesa et al. (1999) y Mazzoni y Vázquez (2000) Mediante el uso de técnicas de Teledetección espacial para la identificación y caracterización de estos ecosistemas. En ellos se distinguen clases de humedales en base a su respuesta espectral, mediante la utilización de imágenes satelitales y controles de campo.

Por tal motivo el objetivo del presente es realizar la caracterización ecológica de los bofedales, como hábitat vital de las vicuñas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con la aplicación de herramientas de los SIG y teledetección, con la finalidad de ayudar para la actualización del plan de manejo de la Vicuña y la toma de decisiones en el manejo y planificación del pastoreo en un marco de sustentabilidad ecológica-productiva.

Esta investigación proveerá información importante para el manejo y conservación de los bofedales cuyo ecosistema es vital para alimentación de la vicuñas, así como para la actualización del plan de manejo de la misma, considerando que la vicuña en el Ecuador es una especie emblemática y de beneficio social para las comunidades que se encuentran dentro y fuera de la reserva Chimborazo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Caracterización ecológica de los bofedales, como hábitat vital de las vicuñas en la Reserva de producción de Fauna Chimborazo con la aplicación de los SIG y teledetección.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ❖ Identificar, visitar, describir y georreferenciar in-situ los bofedales en diversas zonas de la Reserva.
- ❖ Ubicar y delimitar las principales zonas de distribución de bofedales en la reserva utilizando imágenes de satelitales y análisis de una respuesta espectral de vegetación.
- ❖ Procesar mapas de identificación de los bofedales de la etapa uno y dos; compararlos para la caracterización de la vegetación de los bofedales en el terreno y aplicar en base a la respuesta espectral de vegetación una clasificación óptima para los distintos tipos de vegetación, y específicamente identifique extensión de los bofedales, con el fin de inferir mejor la distribución de vicuñas.

## CAPÍTULO II

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Bofedales

##### a. Definición

El bofedal es una turba pantanosa permanente de altura, poco extensa, con asociaciones de especies vegetales propias llamadas vegetales hidrofíticas, que contrasta fácilmente por su tono verde intenso distinguible con el medio árido que lo rodea. Los bofedales se forman en planicies ubicadas sobre los 3800 metros de altura almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas dando lugar a un ecosistema con un micro relieve de gran potencial productivo casi exclusivamente utilizado para pastoreo durante períodos de sequía y abrevadero de valiosas especies amenazadas en su conservación principalmente a la familia de los camélidos (vicuña, guanaco, llama y alpaca entre otros.).

##### b. Generalidades

Los bofedales y/o turberas con predominancia de juncáceas, se encuentran altamente distribuidas en la región andina y reciben diferentes nombres locales. En nuestro medio (Ecuador) turberas o almohadilla, en (Perú) del sistema TDPS se denominan “ojonales” o “turberas duras andinas” u “o’qhos”; en Argentina, “vegas alto andinas” Cabrera (1978) las describe bajo el nombre de “cushion vegetation” y Troll (1974) como “cushion peat bogs”.

Se encuentran en la Cordillera de los Andes, según la altitud estarían ubicados en los pisos de vegetación alto Andino (4.300 a 5.000 m.s.n.m.), Puna húmeda superior (3.900 a 4.300/4.400) y Puna húmeda inferior (3.400-3.900) (López, 2010 en Ergueta & Aranda eds). En el Ecuador se ubican en la región Sierra y es parte de los 25 ecosistemas existentes en esta región, denominándose bofedales altimontanos paramunos, con un área de 333.403 ha y un porcentaje de remanencia del 83,36% (Cuesta-Camacho et al. 2007).

Los bofedales, se caracterizan por poseer una sobresaturación de agua por debajo de una alfombra vegetal semi-hidrofíticas compacta, de excelente volumen y calidad, llamada almohadilla (Flores 2002, Prieto et al. 2002, Izurieta 2005). Muchas veces, el agua no se

percibe gracias a ese manto vegetal. Poseen alta capacidad de almacenamiento pero tienen baja capacidad de retención. Son oasis, de vegetación verde, sobre una extensión cada vez más desértica.

La composición botánica flora y fauna son únicas y varía de bofedal a bofedal en función a la cantidad presente de agua, época del año, contenido de sales tanto en el suelo como en el agua, altitud, pastoreo y manejo del bofedal. Según los investigadores, la composición botánica en general de los bofedales consta de 59.5% de especies herbáceas o forbias, 12.3% de gramíneas o juncáceas, 16.4% de gramíneas y 11.7% de otras especies misceláneas». (Cárdenas & Encina, 2008).

Las plantas típicas de los bofedales son dos especies de juncos: *Distichia muscoides*, que forma cojines densos y duros de color verde intenso y en los bordes de los cojines crece *Oxychloe andina*, hierba que forma cojines laxos con hojas duras en forma de aguja. Otras plantas presentes en bofedales son: *Deyeuxia*, *Poa*, *Carex*, *Scirpus*, *Liliaeopsis andina*, *Lucilia tunariensis*, *Isoetes lechleri*, *Festuca dolichophylla*, *Gentiana peruviana* y *Plantago tubulosa* (Beck & Paniagua, 2010 en Ergueta & Aranda eds.).

En fauna, se tienen reportadas huallatas (*Chloephaga melanoptera*), Chokas (*Fulica* y *Gallinula*) (Garitano et al., 2010 en Ergueta & Aranda eds.), entre otras. En la ictiofauna se encuentran dos especies nativas: *Orestias* sp. y *Trichomycterus* sp. Además, están los mamíferos que dependen directamente de los bofedales, como llamas (*Lama glama*) y vicuñas (*Vicugna vicugna*), entre otros que viven en la zona altoandina (Alzerreca et al., 2001).

### **c. Importancia**

La importancia de este ecosistema, radica en que posee vegetación durante todo el año por lo cual, los bofedales son aprovechados por las comunidades campesinas de la zona ya que se constituyen en la base alimenticia de la ganadería de camélidos sudamericanos como las alpacas, las llamas (especies domesticadas) y las vicuñas. También, representan zonas que albergan una variedad de aves, otros animales y especies vegetales típicas del área. (Cárdenas & Encina, 2008).

Según (González. A, 2009)<sup>1</sup>, considera 4 aspectos que hacen importantes a los bofedales:

**Sociocultural.** La presencia de bofedales hasta hoy en zonas climáticas con severas restricciones para otras actividades hizo que se desarrollara una cultura pastoril milenaria de camélidos por más de 3000 años, esta cultura que aún persiste debe ser revalorizada para una planificación consciente y racional del manejo y uso de bofedales (Alzerraca 2005).

**Económico:** Los bofedales son ecosistemas particulares que producen forraje permanente para la cría de ganado camélido e introducido que generan, carne, lana, cuero, estiércol, reproductores, exportación de animales vivos, etc. (Cardoso 1996).

**Ecológico:** Al ser los bofedales ecosistemas claves en un medio con severas limitaciones climáticas y edáficas para la producción agrícola, constituyen hábitats y nichos para las especies de flora y fauna nativa y tienen una influencia definitiva en el microclima local atemperando los rigores de la sequedad en invierno. (Alzerraca 2005).

**Geopolítica:** de no existir la relación bofedal camélidos, estas zonas inhóspitas serían deshabilitadas y no habría soberanía. (Alzerraca 2005).

#### **d. Problemática**

Un terreno inundado convenientemente tarda hasta cuatro años para convertirse en bofedal pero si llega a faltar agua, las plantas se secan rápidamente y pueden tardar hasta 14 años por lo menos en recuperarse, o tal vez no lo consigan nunca más. (Palacios, 1977).

Entre los principales factores que influyen del mal uso, manejo y deterioro, se encuentra la acción antrópica, donde el hombre ocasiona cambios drásticos y altera la interacción dentro de estos ecosistemas. La sobrecarga animal, erosión de suelos, sobrepastoreo que afecta la producción camélida, la ecología del bofedal y la biodiversidad. (Olivares, 1988).

El crecimiento demográfico de la población es un factor importante, sin embargo, no es el único, al respecto autores como Le Barón et al. (1970), Whintaker y Green (1976), Eckholm (1977), Alzerraca (1980) y otros opinan que, tal vez más importante que el crecimiento de la población es la pésima administración que se tiene con los recursos naturales nativos. Puede existir presión antrópica sobre la zona por otro tipo de actividades como el turismo.

### e. Tipos de bofedales <sup>1</sup>

Según (Cárdenas & Encina, 2008) (**Tabla 1**), existen diferentes variedades de bofedales, los cuales pueden ser clasificados de acuerdo a:

**Tabla 1.** Tipos de bofedales

<b>TIPOS DE BOFEDALES</b>		
<b>ORIGEN</b>	Naturales	Son aquellos creados por la humedad de deshielos, manantiales naturales de aguas sub superficiales o aguas subterráneas y precipitaciones pluviales.
	Artificiales o Antrópicos	Creados por el hombre, de acuerdo a su conveniencia y necesidad.
<b>ALTITUD</b>	Altiplánicos	Están ubicados por debajo de los 4.100 m.s.n.m.
	Altoandinos	Están ubicados por encima de los 4.100 m.s.n.m.
<b>RÉGIMEN HÍDRICO</b>	Hidromórficos o údicos	Tienen presencia de ficos o údicos agua permanente.
	Mésicos o ústicos	Tienen presencia de agua ústicos temporal.
<b>pH DE LOS SUELOS</b>	Ácidos	pH menor a 6.4. Ácidos
	Neutros	pH de 6.4 a 7.4. Neutros
	Básicos	pH mayor a 7.4. Básicos
<b>TAMAÑO</b>	Pequeños	Uso familiar. Pequeños
	Grandes	Uso comunal. Grandes
<b>FISIOGRAFÍA</b>	De Cordillera o altura.	
	De Llanura, pampa y aluviales.	

**Fuente:** Cárdenas & Encina, 2008

De acuerdo con lo anterior, Troncoso (op. cit.) define ocho tipos de estas formaciones herbáceas, descritos en función de sus especies dominantes:

1. **Myriophyllum elatinoides:** plantas sumergidas en aguas corrientes del fondo de valles o quebradas.

<sup>1</sup> FUENTE: [http://www.ceh.cl/wp-content/uploads/2008/12/Guia\\_Metodologica\\_Bofedales.pdf](http://www.ceh.cl/wp-content/uploads/2008/12/Guia_Metodologica_Bofedales.pdf)

2. **Azolla filiculoides:** plantas flotantes en aguas corrientes del fondo de valles o quebradas.
3. **Deyeuxia crysanta:** formación densa en suelos de turba sumergidos con agua en constante renovación. En depresiones abiertas o valles.
4. **Oxychloe andina:** formación clara a muy densa, en suelos de turba con nivel freático alto. En depresiones abiertas o valles.
5. **Distichia muscoides:** formación densa a muy densa en suelos de turba con nivel freático alto. En depresiones abiertas o valles.
6. **Werneria pygmaea:** formación poco densa, en suelos de turba salinos con nivel freático bajo, ubicado en depresiones abiertas o valles.
7. **Hypochoeris taraxocoides:** formación clara en suelos de turba salinos con nivel freático bajo. En depresiones abiertas o valles.
8. **Carex incurva var. misera:** formación poco densa en suelos de turba o minerales con alto contenido de materia orgánica, salinos, con nivel freático bajo. En depresiones abiertas o valles.

### 3.2 Vicuñas

#### a. La vicuña

La vicuña (*Vicugna vicugna*) se parece a otros lamoides mejor conocidos como la llama domesticada (*Lama glama* Linnaeus) o la alpaca (*Lama pacos* Linnaeus) en la estructura del cuerpo, pero es el más pequeño de la familia de camélidos, pesando <60 kg y midiendo solamente 1.5m., a la parte superior de sus cabezas (Tirira 2007). Es el miembro más pequeño de la familia de camélidos y es bien adaptada a vivir en ambientes severos a alturas altas (Bonacic 2004).

#### b. Taxonomía

La nomenclatura taxonómica de la familia Camelidae ha cambiado en el tiempo y aún no hay pleno consenso sobre ello (**Tabla 2**). Lesson (1842) fue el primero en reconocer a la

vicuña en un género distinto, Género: *Vicugna lesson*, aunque esta propuesta no fue aceptada hasta que Müller, en 1924, lo reafirmó con antecedentes osteológicos.

**Tabla 2.** “Antecedentes Históricos del Conocimiento de la Vicuña”

<b>Clase:</b>	Mammalia
<b>Subclase:</b>	Eutheria
<b>Orden:</b>	Artiodactyla
<b>Familia:</b>	Camelidae
<b>Género:</b>	<i>Vicugna lesson</i> , 1842
<b>Especie:</b>	Vicugna Molina, 1782
<b>Subespecies:</b>	V. v. vicugna (Molina, 1782) V. v. mensalis (Thomas, 1917)
<b>Nombre común:</b>	vicuña, Huari
<b>Nombre en kunza:</b>	ttetir' guisla
<b>Nombre en aymara:</b>	wari
<b>Nombre en quechua:</b>	warikunka
<b>Nombre en inglés:</b>	vicuna o vicugna
<b>Nombre en francés:</b>	vigogne
<b>Nombre en alemán:</b>	vikunja

**Fuente:** publicado en Galaz y González (eds.). 2003 (pp. 87-108)

### c. Características anatómicas y fenotípicas

La vicuña muestra la particularidad, única entre los rumiantes, desde un punto de vista filogenético, pueden ser distinguidos de las llamas por sus dientes. Las vicuñas tienen incisivos inferiores muy largos de crecimiento continuo y paralelas con esmalte sólo en una cara y una raíz abierta, mientras que las llamas tienen dientes más como un roedor con esmalte en ambos lados y una raíz cerrada (Miller 1924), (Hofmann et al., 1983).

### d. Distribución y estado de conservación en el Ecuador

Las vicuñas se distribuyen en un área de 250.000 km<sup>2</sup>, desde el extremo noroeste de la Argentina, una franja en el sur y oeste de Bolivia, en el extremo noreste de Chile, centro-este de Perú, en los ecosistemas puneños y alto andinos desde los 3000 hasta los 5000 msnm, en áreas de vegetación abierta, cuya composición se basa en los géneros de gramíneas

Festuca, Stipa, Calamagrostis, y Poa. (MAE, Plan de acción nacional para el manejo y conservación de la Vicuña, 2011)

En el país está repartida entre las provincias Bolívar, Chimborazo y Tungurahua en seis cantones y en nueve parroquias de acuerdo al detalle presentado en la (**tabla 3**). El clima predominante es el frío alto andino con variaciones que van de templado permanente húmedo a templado periódicamente seco, con temperaturas de entre 0 y 10 grados centígrados (MAG, 1992).

**Tabla 3.** Distribución administrativa de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

Provincias	Cantones	Parroquias
Chimborazo	Riobamba	San Juan
	Guano	San Andrés
Tungurahua	Ambato	Pilahuín
		Juan Benigno Vela
	Tisaleo	Tisaleo
	Mocha	Mocha
Bolívar	Guaranda	Simiatug
		Salinas
		Guanujo

Fuente: Lasso, 2006

La vicuña es una especie de importancia vital para la el sustento y bienestar de muchas comunidades de Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile, donde la conservación y objetivos económicos pueden ser mezclados con suceso en la gerencia de este camélido (Torres 1992).

Un dato reciente (MMA y A Bolivia, 2009), indica una población de 112.249 vicuñas en el censo realizado el año 2009.

#### e. Convenio de la vicuña

El establecimiento de un convenio internacional (**Convenio de la Vicuña**) suscripto por Bolivia y Perú en 1969, con la posterior adhesión de Argentina en 1971, de Chile en 1972 y Ecuador en 1979 (Cajal, 1983). La vicuña (*Vicugna vicugna*) en Ecuador estuvo extinto hasta

1988, año en que se inició un proceso de reintroducción de la especie que se completó en dos eventos adicionales en los años de 1993 y 1998 (Convenio de la Vicuña, 1979-2008).

Después de la reintroducción de 277 vicuñas procedentes de Bolivia, Chile y Perú no se han reintroducido más animales. En el último censo del 2009, la población de este camélido silvestre se estimó en 3197 ejemplares. Según el Reglamento para el manejo y conservación de la vicuña en el Ecuador, establecido en el 2004, las vicuñas son patrimonio del estado y se podrán dar en custodia para su aprovechamiento a las comunidades locales. (MAE, Plan de acción nacional para el manejo y conservación de la Vicuña, 2011)

Por ello a fin hallar una única forma de cerrarle fronteras al tráfico ilegal de sus productos y a la caza furtiva, nace en 1969 la idea de la cooperación bilateral a través de un Convenio para la Conservación de la Vicuña entre Bolivia y Perú. A este convenio se adhieren más tarde Argentina y Chile. Luego de 10 años de vigencia exitosa el convenio es evaluado en 1979, resolviéndose celebrar uno nuevo, esta vez de carácter multilateral, que constituye el actual, al mismo que se sumó la República de Ecuador como nuevo miembro. (Convenio de la Vicuña, 1979-2008).

### **3.3 Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo**

#### **a. Características generales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo**

La Reserva de la Producción de Fauna de Chimborazo (RPFCh), fue establecida como tal dentro del marco de la Estrategia Preliminar para la Conservación de Áreas Silvestres Sobresalientes del Ecuador, mediante acuerdo ministerial N°437 del 26 de octubre de 1987. Cubre una superficie de 58.560 hectáreas, localizada en los límites provinciales entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, con altitudes que van desde los 3.800 hasta los 6.310 metros sobre el nivel del mar. (*Plan de manejo, MAG, 1992*).

#### **b. Hidrología**

Como todos los nevados, el Chimborazo volcán que da el nombre a la Reserva, tiene una altitud de 6.310 m.s.n.m. con un diámetro aproximado de 20 km. y el Carihuairazo con 4.900 m.s.n.m, constituyen gigantescos reservorios de agua en estado sólido, importantes para el abastecimiento de este recurso para consumo humano, animal y para la agricultura (*plan de*

*manejo, MAG, 1992*). En la provincia de Tungurahua se encuentran los nos Blanco, Colorado, Yatso y Mocha, que 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 (*plan de manejo, MAG, 1992*).

### **c. Clasificación ecológica**

De conformidad con la clasificación "Zonas de Vida" de Holdridge la Reserva de Producción Faunística Chimborazo comprende cuatro zonas fundamentales, cada una de ellas con características particulares:

#### **1. *Estepa Montana (spM)***

Cubre el 3% de la superficie del área en el sector suroccidental y occidental, en la zona de los páramos bajos y secos, donde se encuentran localizadas las comunidades campesinas de Sta. Rosa. Tisaleo y Muelañag, en un nivel superior a la ciudad de Guaranda. Se extiende desde los 3.500 m.s.n.m. Tiene una temperatura media anual entre los 6 y 12 °C, con una precipitación media anual entre los 250 y 500 mm. La vegetación típica está compuesta básicamente por gramíneas. Crecen, además, la achupalla, la tuna, el sachachocho, el sigse, y ocasionalmente el quishuar.

#### **1. *Bosque húmedo Montano (bh-M)***

Ocupa el 8% de la superficie de la reserva en los sectores limítrofes occidental, noroccidental, suroccidental, centro, norte y nororiental, comprendida entre los 3.000 y 3.500 m.s.n.m. Presenta una temperatura entre 6 y 12 °C, Es una zona de vida similar, en altitud y temperatura, a la estepa Montano, pero de mayor humedad (sub-páramo húmedo), pues se producen precipitaciones anuales que varían entre 500 y 1.000 mm. Gran parte de esta zona de vida se encuentra poblada por pajonales mismo género de aquellos que crecen en la estepa Montano; el romerillo, el mortiño, la orejuela el sachachocho, la chuquiragua, la valeriana, el quishuar, el pumamaqui, la quinua y el chupillay son otros géneros que crecen en esta zona.

## **2. Bosque húmedo Sub-Alpino o Puna (bhSA)**

Cubre aproximadamente el 19% de la Reserva, está circunscrita a la parte centro occidental del área. Cubre alturas superiores a los 3.600 m.s.n.m. Tiene una temperatura entre los 3 y 6 °C y una precipitación media anual entre los 250 y 500 mm. Con esta zona de vida se identifican los páramos del Chimborazo y Carihuairazo, se encuentran suelos arenosos con material volcánico y depósito de ceniza y pómez, localizado en las faldas del Chimborazo. La vegetación que caracteriza a esta zona está compuesta de pajonales de corta altura.

## **3. Bosque muy húmedo Sub-Alpino (bmhSA)**

Cubre el 70% del área total de la reserva, abarcando la mitad occidental del área y otra porción de la parte nororiental, se extiende desde los 3.000 a los 4.000 m.s.n.m. Corresponde a la zona de los altos páramos alrededor del Chimborazo y el Carihuairazo. Su temperatura es similar a la del bosque húmedo Sub-Alpino, con la diferencia de que presenta mayores lluvias que alcanzan un promedio anual entre 500 y 1.000 mm.

La cubierta vegetal está compuesta fundamentalmente por pajonales asociados con “rabo de zorro”, entre otras.

### **d. Flora**

Hay sectores cubiertos por matorrales y relictos de bosque andino, con especies forestales valiosas para la conservación. Las principales maderas nativas utilizadas para combustible son piquil (*Gynoxys* sp.), pichana (*Brachyotum ledifolium*), chilca (*Baccharis latifolia*), árbol de papel (*Polylepis reticulata*), entre otras. En ciertas quebradas, zonas más húmedas y protegidas del viento, se pueden encontrar poblaciones de árboles de papel (*Polylepis reticulata*) y quishuar (*Buddleja incana*), con los que se realiza reforestación en el área (Paredes 2005a).

Otra flora representativa es la oreja de conejo (*Culcitium* sp.), una planta de hojas largadas y cubierta por vellosidades que la protegen de los fuertes vientos y la excesiva radiación solar. La genciana (*Genciana* sp., *Gentianella* sp.), con flores de coloración azul-violeta, el romerillo (*Hypericum laricifolium*) y unas muy comunes en la zona altoandina: las valerianas (*Valeriana* sp.); (Paredes 2005a).

### **e. Fauna**

El grupo más importante dentro de la reserva es el de los camélidos con las siguientes especies: llamas (*Lama glama*) y vicuñas (*Vicugna vicugna*). Actualmente, mediante gracias al censo de la vicuña realizado en 2004 se sabe que la población de vicuñas en la RPFCH es de 2.331 animales, distribuidos en el área que como estrategia para la ejecución del censo se dividió tres sectores de la reserva (Ministerio del Ambiente, 2004):

### **f. Usos de la tierra**

De las 58.560 hectáreas determinadas por el Estado como área protegida y que constituye el territorio destinado a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, el 80 % de esta extensión de tierra, está en poder de 38 organizaciones campesinas, comunas, cooperativas y asociaciones, y de unos pocos propietarios particulares.

## **3.4 SIG y Teledetección<sup>2</sup>**

Los SIG y teledetección surgen en principio como tecnologías independientes. Sin embargo uno de los objetivos del primer SIG, el Sistema de Información Geográfica de Canadá (CSIG) desarrollado por Roger Tomlinson en los sesenta, fue el almacenamiento y procesamiento de fotografía aérea.

### **a. SIG**

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de herramientas informáticas que captura, almacena, analiza, maneja y presenta datos que están vinculados a una ubicación específica en el mundo real. Representación gráfica de datos que se caracterizan por la existencia de una componente espacial, por tanto se trata de datos georreferenciados. Un paquete de SIG puede trabajar con mapas, teledetección, agrimensura, fotografía aérea, bases de datos y otras herramientas.

---

<sup>2</sup> <http://pgis-tk-es.cta.int/m12/u01.html>

## **b. Teledetección**

La teledetección o percepción remota es el arte, ciencia y tecnología de observar un objeto, escena o fenómeno, mediante técnicas basadas en instrumentos. “Tele” se refiere al hecho de que la observación se hace a distancia, sin contacto físico con el objeto de interés. La teledetección es, de hecho, el registro de energía que es emitida o reflejada desde un objeto o una escena. La energía puede ser luz u otra forma de radiación electromagnética, fuerzas de campo o energía acústica. <sup>3</sup>

Una de las diferencias básicas entre la *fotografía aérea* y la *teledetección* es que en la primera la radiación procedente de los objetos se registra en un medio material mediante una reacción química, mientras que en teledetección el sensor explora la superficie terrestre a intervalos regulares y almacena para cada uno de estos intervalos espaciales

## **c. Tipos de satélites <sup>4</sup>**

Los satélites en general se caracterizan por el tipo de resolución. La resolución puede ser de tres tipos: espectral, temporal y espacial.

- ❖ La resolución espectral se refiere al número de bandas o capas de almacenamiento de información espectral.
- ❖ La resolución temporal se refiere al periodo de adquisición de datos del satélite.
- ❖ La resolución espacial se refiere al nivel de detalle que puede ser obtenido por el satélite y generalmente se representa mediante la dimensión del píxel.

La siguiente tabla 4, presenta los tipos de satélites más comúnmente usados y las resoluciones de cada uno.

---

<sup>3</sup> <http://pgis-tk-es.cta.int/m11/u04.html>

<sup>4</sup> <http://www.aag.org/galleries/mycoe-files/modulo5.pdf>

**Tabla 4.** Características de las imágenes satelitales

Satélite	Sensor	Resolución (Espacial)	Ciclo de órbita	Costo de imagen
<b>TERRA</b>	MODIS	250 m	2 días	Bajo
		500 m		
		1000m		
<b>LANDSAT 7</b>	ETM+	15 m (185 km)	16 días	Intermedio
		30 m (185 km)		
<b>DMC II</b>		32 m (80x80 km)	1 día	Intermedio
<b>SPOT 1-3</b>	XS	20 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	PAN	10 m (60x60 km)		
<b>SPOT 4</b>	XS	20 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	PAN	10 m (60x60 km)		
	VGT	1 (2000 km)		
<b>SPOT 5</b>	HRS	10 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	HRG	5 m (60x60 km)		
<b>TERRA</b>	ASTER	15 m		Intermedio
		30 m		
<b>IRS-C</b>	Pan	5.8 m (70 km)	24 días	Intermedio
	LISS-III	23 m (142 km)		
<b>IKONOS</b>	PAN	1 m (min10 x 10 km)	3 días	Ato
	MS	4 m (min10 x 10 km)		
<b>QUICKBIRD</b>		2.5 m (22x22 km)	3 días	Alto
		61 cm (22x22 km)		
<b>ALOS</b>	PRISM	2.5 m (70 km)	46 días	High
	AVNIR2	10 m (70 km)		
	PALSAR	10 m (70km)		

FUENTE: Adaptado de GOF-C-GOLD, 2010

## 1. Satélite Landsat <sup>5</sup>

Los satélites de mediana resolución Landsat han tomado fotografías satelitales de los continentes y áreas costeras circundantes de la tierra por más de tres décadas, permitiendo el estudio de muchos aspectos de nuestro planeta y la evaluación de los cambios dinámicos causados por procesos naturales y actividades antrópicas. La forman 7 satélites de los cuales sólo se encuentran activos el 5 y 7.

Las imágenes LANDSAT están compuestas por 7 u 8 bandas espectrales, que al combinarse producen una gama de imágenes de color que incrementan notablemente sus aplicaciones. Dependiendo del satélite y el sensor se incluye un canal pancromático y/o uno térmico; asimismo las resoluciones espaciales varían de 15, 30, 60 y 120m.

<sup>5</sup> <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/ImgSatelite/Landsat.aspx>

### 1.1 Landsat 7 ETM+ ( Enhanced Thematic Mapper Plus) <sup>6</sup>

El satélite Landsat-7 incorpora el sensor ETM (Enhanced Thematic Mapper) que añade a las bandas ya disponibles en el TM, un canal pancromático con resolución espacial de 15 metros. Su órbita se sitúa a 705 Km de altitud, y sobrevuela la misma zona cada 16 días.

El sensor ETM+ provee imágenes con 8 bandas espectrales. La resolución espacial es de 30 metros en las bandas visibles e infrarroja cercana (bandas 1-5 y 7). La resolución de la banda pancromática (banda 8) es de 15 metros, y la banda infrarroja termal (band 6) es de 60 metros. El tamaño aproximado de la escena es de 170 x 183 kilómetros.

**Tabla 5. Sensor Landsat 7 ETM+**

Landsat 7 (ETM + sensor)	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)
<b>Banda 1</b>	0,45-0,515	30
<b>Band 2</b>	0,525-0,605	30
<b>Banda 3</b>	0,63-0,69	30
<b>Banda 4</b>	0,75 a 0,90	30
<b>Band 5</b>	1,55-1,75	30
<b>Band 6</b>	10,40-12,5	60
<b>Banda 7</b>	2,09-2,35	30
<b>Pan Band</b>	Desde 0,52 hasta 0,90	15

**FUENTE:**

<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://web.pdx.edu/~emch/ip1/bandcombinations.html&prev=/search%3Fq%3Dbandas%2B4.2.3%2Bpara%2Bhunmedales%26biw%3D1024%26bih%3D643>

### 1.2 Landsat 5 (TM) <sup>7</sup>

El satélite Landsat 5 fue puesto en órbita el 1º de marzo de 1984 portando el sensor TM (Mapeador Temático) que opera en siete bandas espectrales diferentes. Estas bandas fueron elegidas especialmente para el monitoreo de vegetación a excepción de la banda 7 que se agregó para aplicaciones geológicas. El Landsat 5 pertenece al programa Landsat, financiado por el gobierno de los Estados Unidos y operado por la NASA.

**Tabla 6. Sensor Landsat 5 TM**

Landsat 5 (sensor TM)	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)
<b>Banda 1</b>	0,45-,52	30
<b>Band 2</b>	0,52-,60	30
<b>Banda 3</b>	0,63-0,69	30
<b>Banda 4</b>	0,76-0,90	30
<b>Band 5</b>	1,55-1,75	30
<b>Band 6</b>	10,40-12,50	120
<b>Banda 7</b>	2,08-2,35	30

**FUENTE:**

<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://web.pdx.edu/~emch/ip1/bandcombinations.html&prev=/search%3Fq%3Dbandas%2B4.2.3%2Bpara%2Bhunmedales%26biw%3D1024%26bih%3D643>

<sup>6</sup> <http://www.imagenesgeograficas.com/Landsat.html>

<sup>7</sup> <http://www.imagenesgeograficas.com/Landsat.html>

#### d. **Combinación de Bandas Landsat** <sup>8</sup>

Transformaciones de relación de los datos obtenidos por teledetección se pueden aplicar para reducir los efectos del medio ambiente. Porcentajes también proporcionan información única y reflectancia espectral o el color diferencias sutiles entre los materiales de la superficie que son a menudo difíciles de detectar en una imagen estándar. También es útil para discriminar entre el suelo y la vegetación.

1. **TM4/TM5:** Aumenta la masa de agua, la vegetación y la presencia de humedad en las tierras de cultivo. Cuerpo de agua ha aparecido como tono oscuro y la vegetación como el tono más claro. Dado que el agua es un fuerte absorbente en la región de IR cercano (band4) y mayor reflectancia en la banda de 5 región. Puede ser útil para discriminar los cuerpos de agua de la tierra.
2. **TM5/TM4:** Se ha separado del cuerpo de agua de los bosques, tierras y vegetación estériles. En esta relación de agua ha aparecido como el tono oscuro y bosques, tierras áridas, las tierras de cultivo al descubierto todos han mostrado un tono más brillante.

#### e. **Índice de vegetación (NDVI)** <sup>9</sup>

Para la obtención de propiedades de cubiertas vegetales se emplean índices de los que se obtiene una imagen donde se discriminan más fácilmente las zonas de vegetación. Están basados en la diferencia espectral entre el rojo y el infrarrojo cercano, siendo esta máxima en zonas de vegetación y mínima en zonas de suelo sin vegetación.

Para este estudio se empleó el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), que se define como:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

Siendo:

NIR: Banda del infrarrojo cercano

R: Banda del rojo

<sup>8</sup> <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/lmgSatelite/Landsat.aspx>

<sup>9</sup> <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//009t00000052000000>

Este índice genera valores entre -1,0 y 1,0 que básicamente representan el verdor y donde cualquier valor negativo corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve y los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al terreno desnudo. Los valores muy bajos de NDVI (por debajo de 0,1) corresponden a áreas yermas de rocas, arena o nieve. Los valores moderados representan terrenos con arbustos y prados (0,2 a 0,3), mientras que los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8).

ArcGIS utiliza la siguiente ecuación para generar el resultado:  $NDVI = ((IR - R) / (IR + R)) * 100 + 100$

El resultado será un rango de valores de entre 0 y 200 que se ajustan a una estructura de 8 Bits, que se puede representar en pantalla fácilmente con una rampa de color o mapa de color específico.

#### **f. Herramientas relacionadas** <sup>10</sup>

Los siguientes programas son ejemplos de software gratis o freeware, desarrollados por diferentes organizaciones para el análisis de imágenes digitales:

##### **1. MultiSpec** (<http://cobweb.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/>)

MultiSpec está disponible para las plataformas de Windows y Macintosh, y se está desarrollando en la universidad de Purdue. Fue diseñado originalmente como una herramienta de enseñanza pero ahora es utilizada por muchos usuarios de la percepción remota. MultiSpec ofrece algunas herramientas sofisticadas de la clasificación de imágenes.

*Los siguientes programas son ejemplos de software comerciales comúnmente usados:*

##### **2. Image Analysis de ArcGIS** (<http://gi.leica-geosystems.com/LGISub1x41x0.aspx>)

Image Analysis de ArcGIS se utiliza para preparar imágenes que pueden ser usadas directamente en un SIG, para posteriormente analizar y extraer información de ellas. Esta extensión de ArcGIS le permite al usuario extraer la información actualizada de imágenes directamente en una estructura tipo geodatabase de ESRI. Los problemas que usualmente se generan cuando se aplican procesos de varios pasos puede ser evitados trabajando

---

<sup>10</sup> <http://www.aag.org/galleries/mycoe-files/modulo5.pdf>

directamente con los datos en un geodatabase. También es posible realizar clasificaciones de la vegetación para determinar la composición y cobertura vegetal.

### **3. ERDAS Imagine** (<http://gi.leica-geosystems.com/default.aspx>)

Imagine es una paquete de software basado en raster, y diseñado específicamente para extraer información de imágenes remotamente adquiridas. El programa incluye un sistema comprensivo de herramientas para crear imágenes para la inclusión en un SIG y actualmente ofrece la opción de crear capas de información que pueden ser integradas en el formato Geodatabase de ESRI. La variedad de herramientas permite que el usuario analice datos de las imágenes y los presente en varios formatos.

## CAPÍTULO III

### 4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO<sup>11</sup>

#### 4.1 Localización

El presente estudio se realizó en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, que se encuentra en la Cordillera Central de la Región Interandina, cuya extensión cubre un área de 58.560 hectáreas en los páramos circundantes a los volcanes Chimborazo (6.310 m.s.n.m.) y Carihuairazo (5.020 m.s.n.m.), bajo jurisdicción de las provincias de Chimborazo (Cantones: Riobamba y Guano), Bolívar (Cantón Guaranda) y Tungurahua (Cantones: Ambato, Tisaleo y Mocha). **Mapa 1**

#### 4.2 Ubicación geográfica

En la **Tabla 7**, se desglosa las coordenadas del área de estudio, consta de siete bofedales georreferenciados con un sistema de proyección UTM, Datum WGS 84, zona 17s.

**Tabla 7.** Coordenadas de los Bofedales

Bofedal	x (m) E	y (m) N	z (m.s.n.m.)
Río Blanco (Valle de Mocha)	746088	9843581	4400
Quebrada Toni (Urbina)	748452	9837081	4301
El Refugio (Hermanos Carrel)	739536	9836714	4800
Curi Pogyo (Chorrera Mirador)	741299	9834464	4533
Chag Pogyo (Pulinguí San Pablo)	735460	9832179	4064
Sinche (Sector las antenas)	728712	9841002	4167
Sinche (Puente Ayora)	727816	9838200	3981

#### 4.3 Características climáticas

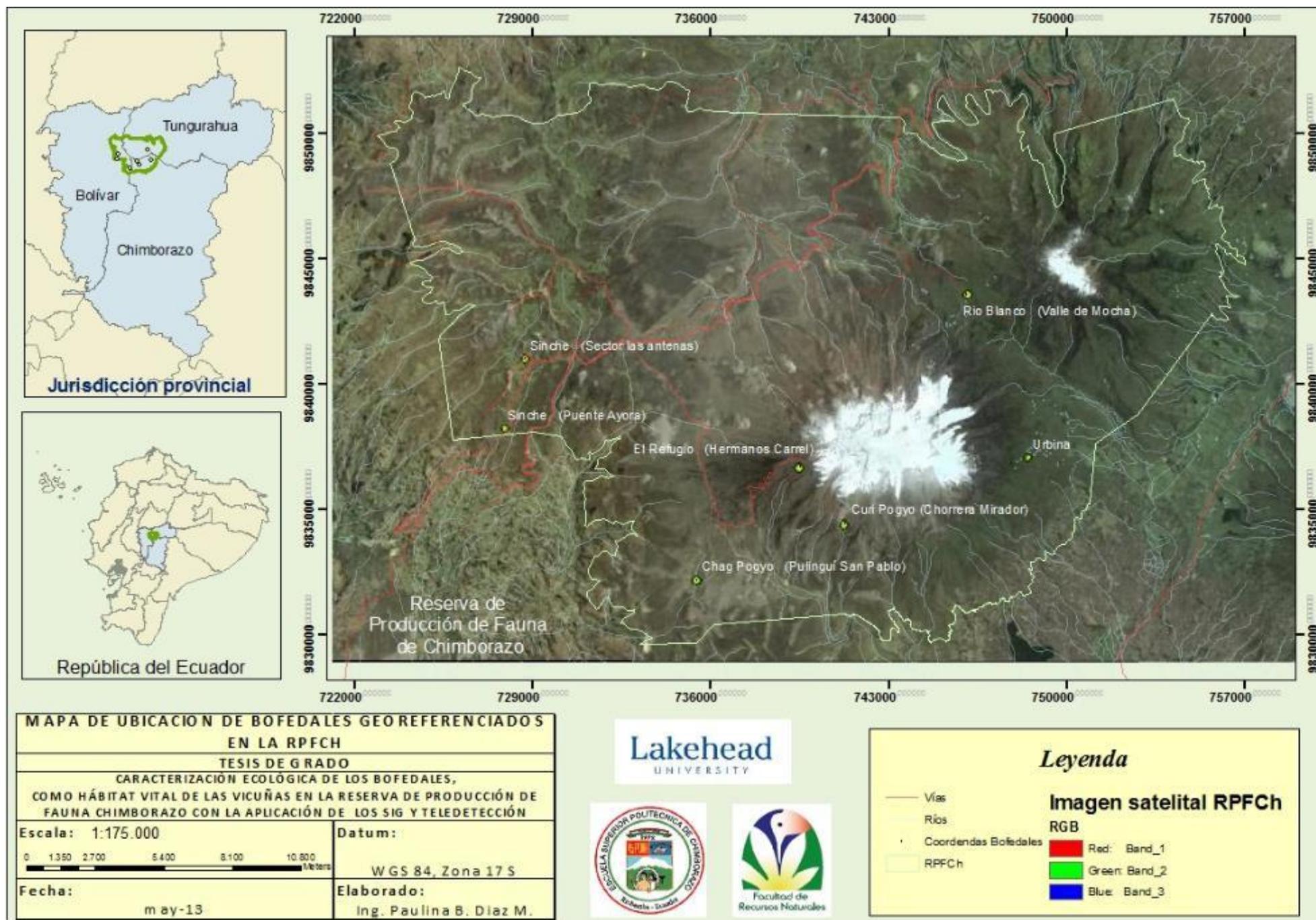
**Temperatura:** Oscila entre -3 a 14 °C

**Precipitación:** en la zona de páramo la pluviosidad es de 1000 mm/año

**Humedad:** 70-85%

**Mapa 1.** Mapa de ubicación de la zona de Estudio

<sup>11</sup> FUENTE: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, Darwin Net, IGM. Quito, Ecuador



## 5. METODOLOGÍA<sup>12</sup>

### 5.1 Para el cumplimiento del objetivo 1

Identificar, visitar, describir y georreferenciar in-situ los bofedales en diversas zonas de la Reserva.

#### 5.1.1 Fase logística

##### a. Contacto con líderes comunitarios

Fue necesario para los diversos recorridos de campo, la presencia de guías conocedores de la zona, por lo que, con el apoyo del Dr. Brian McLaren, de la Lakehead University (Canadá), se trabajó con cinco guías quienes aportaron y compartieron su conocimiento y fuentes de información pertinentes, por ser habitantes cercanos a la Reserva Chimborazo".

##### b. Recopilación de la información primaria

#### 1. Información ambiental

La información ambiental fue levantada in-situ, en base a parámetros establecidos para el estudio. Previamente a realizar las salidas, se diseñó un modelo general de ficha de campo (*Anexo I*) para recoger la información más relevante de cada bofedal y su entorno asociado. Así como sus modificaciones estarán sujetas a las características propias y necesarias para el mejor uso de cada zona. Se elaboraron matrices con parámetros generales para el cumplimiento de cada bofedal visitado y georreferenciado, siendo estos: la influencia de las actividades antropicas y condiciones naturales, hídricas y climáticas de la reserva de Producción de Fauna de Chimborazo.

#### 2. Información cartográfica

Para la realización de la caracterización de los bofedales localizados en el área de estudio, se realizó en primer lugar una exhaustiva revisión bibliográfica, consultando el Plan de Acción Nacional para el manejo y conservación de la Vicuña, del MAE, 2011.

La Memoria Resumen de “Estudio de la reserva con fuentes cartográficas de bofedales, zonas de amortiguamiento, ecosistemas, etc. del MAE, cuyos mapas 1:135.000 y el Visor del Sistema de Información Geográfica como complemento en dicha revisión.

---

<sup>12</sup> FUENTE: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, Darwin Net, IGM. Quito, Ecuador

### **c. Realización de itinerario y visitas de campo**

Previa realización del trabajo de campo, se crearon itinerarios para visitar los bofedales identificados con anterioridad en un estudio paralelo por el Dr. Brian McLaren, para su georreferenciación y procesamiento de coordenadas obtenidas con tres equipos GPS Garmin CSX map60. Se planificó cinco salidas de campo, realizados del 11 al 15 de marzo del 2013, en cuyos recorridos se tomaron fotografías de cada bofedal, rellenando las fichas individuales, recolectando muestras de suelo, agua y vegetación y delimitando el perímetro de los bofedales con GPS.

### **d. Georreferenciación de los bofedales**

Una vez identificadas las zonas de estudio se georreferenció siete bofedales, los más representativos y de mayor extensión ubicados a lo largo de la reserva para identificar y caracterizarlas. Se procedió a delimitar y recorrer el perímetro de cada bofedal in-situ, para tomar coordenadas mediante el uso del GPS Garmin map 60 CSX. (Datum WGS84, zona 17 S), para su posterior procesamiento mediante software ArcGIS 10

### **e. Procesamiento y Análisis de la información**

La información obtenida se sometió a un proceso de revisión, complementación y estructuración con base en las diferentes fuentes referidas. Los datos georreferenciados de cada bofedal se procesaron mediante el paquete ArcGIS 10, donde obtendremos el perímetro, área y demás información digital obteniendo un nuevo Sistema de información geográfico de los bofedales presentes en la reserva para procesar los mapas requeridos en este estudio.

### **f. Análisis físico químico de agua y suelo**

Con el fin de analizar la contaminación hídrica y parámetros físicos y químicos de cada uno de los bofedales de estudio seleccionados, se tomaron muestras de agua y suelo in situ, para estudiar los siguientes parámetros físico-químicos: Nutrientes, temperatura, pH, oxígeno disuelto, salinidad, conductividad eléctrica y cantidad total de sólidos disueltos.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

## **5.2 Para el cumplimiento del objetivo 2**

Delimitar y subdividir las principales zonas de distribución de bofedales en la reserva utilizando imágenes de satelitales y el análisis de una respuesta espectral de vegetación.

### **5.2.1 Recopilación de la información**

#### **a. Información cartográfica**

La cartográfica base digitalizada que se manejó para el proceso de geo información de la Reserva fue obtenida del MAE misma que fue proporcionada por el SIG Tierras (SIG de la Reserva Chimborazo, proyección UTM, Datum WGS84 zona 17 Sur), la cual se validó y verificó para su procesamiento final.

#### **b. Información Satelital**

Se tuvo acceso a una ortofoto escala 1:5000 generada a partir de la toma de fotografía aérea 1:20000 con un GSD (Ground Sample Distance) de 30 cm para la sierra, del año 2014, obtenidas del Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica. (SIG Tierras).

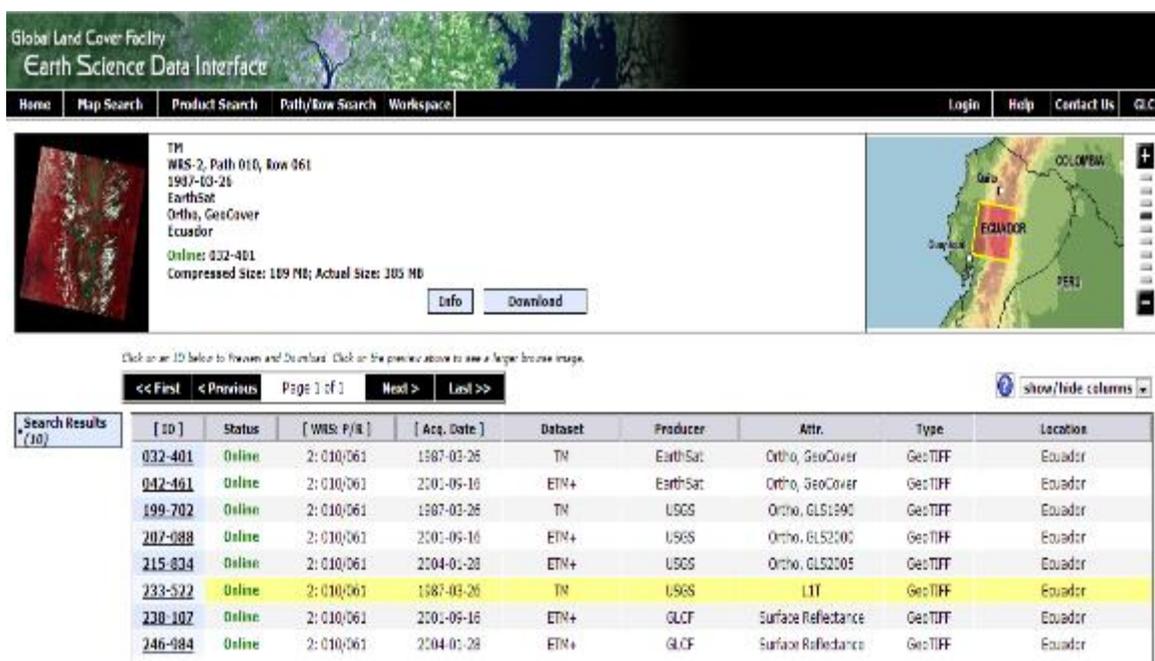
Esta ortofoto presenta tres secciones obtenidas en tres fechas distintas la primera entregada el 12/2013 de la zona noreste de la reserva en su mayor parte la Provincia de Tungurahua y parte de Chimborazo, la segunda zona de la provincia de Guaranda 08/2014 y la tercera la de la parte norte de la provincia de Chimborazo sector San Juan. Mismas que tuvieron que ser procesadas para homogenizar color y poder hacer un sólo raster de las 214 cartas que presenta la Reserva. Para poderla procesar. Cabe indicar que las cartas ya estaban ortorectificadas.

Se trabajó con imágenes del satélite Landsat de los sensores TM y ETM+, obtenidas de la aplicación Earth Science Data Interface (ESDI) de la Web Global Land Cover Facility<sup>13</sup>.  
**(FIGURA 1)**

---

<sup>13</sup> [www.glcf.umd.edu](http://www.glcf.umd.edu)

Se han seleccionado ocho set de imágenes de satélite multiespectral (7 bandas) que abarcan tres décadas disponibles en formato GEOTIFF rectificadas en el sistema de proyección UTM (Universal Transversa Mercator) WGS84 Zona 17s. Así como el archivo de metadatos de Landsat que abarcan y corresponden a distintas épocas y años, con el fin de recoger la mayor variabilidad de los bofedales, en cuanto al contenido en agua y concentración de solutos y de los cultivos del entorno. Además se procesó una imagen MDT y se empleó como apoyo a las imágenes de satélite.



Global Land Cover Facility  
Earth Science Data Interface

Home Map Search Product Search Path/Row Search Workspace Login Help Contact Us GLCF

TM  
WRS-2, Path 010, Row 061  
1987-03-26  
EarthSat  
Ortho, GeoCover  
Ecuador  
Onlines: 032-401  
Compressed Size: 109 MB; Actual Size: 305 MB

Info Download

Click on an ID below to preview and download. Click on the preview column to see a larger browse image.

<< First < Previous Page 1 of 1 Next > Last >>

Search Results (10)

[ ID ]	Status	[ WRS: P/R ]	[ Acq. Date ]	Dataset	Producer	Attr.	Type	Location
032-401	Online	2: 010/061	1987-03-26	TN	EarthSat	Ortho, GeoCover	GeoTIFF	Ecuador
042-461	Online	2: 010/061	2001-09-16	ETN+	EarthSat	Ortho, GeoCover	GeoTIFF	Ecuador
199-702	Online	2: 010/061	1987-03-26	TN	USGS	Ortho, GLS1987	GeoTIFF	Ecuador
207-088	Online	2: 010/061	2001-09-16	ETN+	USGS	Ortho, GLS2001	GeoTIFF	Ecuador
215-834	Online	2: 010/061	2004-01-28	ETN+	USGS	Ortho, GLS2005	GeoTIFF	Ecuador
233-522	Online	2: 010/061	1987-03-26	TN	USGS	LIT	GeoTIFF	Ecuador
230-107	Online	2: 010/061	2001-09-16	ETN+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	Ecuador
246-984	Online	2: 010/061	2004-01-28	ETN+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	Ecuador

Figura 1: [www.glcf.umiacs.umd.edu](http://www.glcf.umiacs.umd.edu).

También se procesó imágenes de Google Earth, como complemento al estudio, imagen que se georreferenció para la zona de estudio con el Programa ArcGIS 10.1, en el Sistema Geodésico Mundial 1984, proyección UTM, huso 17S, debido a que todas las imágenes presentaban dicha proyección. Se utilizaron los siete puntos de control de cada bofedal, aceptando un error medio de 0,12 esta imagen servirá principalmente para rellenar espacios que la ortofoto entregada por el SIG Tierras no proporciona pues aún no está disponible la zona de la Provincia de Bolívar principalmente.

Todas las escenas se recortaron ajustándolas al área de estudio, zona norte de la RPFCH, con una extensión aproximada de 52683 ha.

## 5.2.2 Procesamiento y Análisis de la información

### a. Componer una imagen satelital de una imagen multiespectral

Fue necesario unificar todas las bandas de cada set de imágenes LANDSAT en un sólo archivo único, para realizar la clasificación temática, se seleccionaron las bandas 1 a 7 con excepción de la 6 ya que es una banda termal con diferente resolución que generalmente no se usa en clasificaciones para uso y cobertura del suelo. Agua. Este proceso se realizó con el Software *Multispect* el cual que nos permite mayor versatilidad al combinar imágenes, permite el traspaso, transformación y análisis de información. Con este programa se generó imágenes img. La obtención de los mismos fue en combinación 4-3-2 que por default enlaza las capas.

### b. Corrección radiométrica

Este paso fue necesario principalmente en aquellas imágenes de los años 2004 principalmente de la **Figura 1**, ya que el satélite Landsat 7 que ha provisto de información casi ininterrumpida desde su lanzamiento en Julio de 1999, en la actualidad presenta un problema a causa de una falla en el instrumento que corrige las líneas escaneadas, dando como resultado que todas las escenas adquiridas desde el 14 de Julio de 2003 hayan sido colectadas conteniendo franjas inclinadas hacia la izquierda que provocan aproximadamente, la pérdida de un 22% de la información de cada imagen dando datos inválidos llamados gaps. De todas maneras se hizo una corrección para todas las imágenes para una mejor calidad espectral y tener uniformidad al procesar las imágenes.

El proceso se realizó con la herramienta Layer Stack del programa Erdas 2013, mismo que compila primero las bandas para posteriormente usar focal Analysis el cual corrige al mismo tiempo todas las seis bandas compiladas, el proceso se debe repetir las veces que sea necesario hasta que el bandeo haya retrocedido lo suficiente o casi en su totalidad para poder trabajar en las zonas de estudio.

### **c. Comparación temporal de bofedales**

Se consideró la variación en rasgos de tiempo dentro de la misma superficie del área de estudio. A través de las imágenes clasificadas se puede observar el cambio de la superficie de la vegetación característica de bofedal en diferentes años.

La vegetación considerada para clasificar bofedales en imágenes supervisadas tomando como puntos de referencia las coordenadas de cada bofedal donde se presentan especies comunes y dominantes del bofedal. Este proceso se realiza con el Software ERDAS v13

### **d. Composición de bandas**

Para el proceso de combinación de bandas usamos el Software ERDAS v13

Con este programa se generó imágenes img, y se realizó mediante la combinación de bandas de las imágenes Landsat TM y ETM+, con el fin de interpretar la respuesta de la actividad clorofílica y presencia de agua.

Se escogió la imagen en falso color 4-3-2 porque en dicha combinación destacan las superficies acuáticas con altas densidades de vegetación, materiales en suspensión. Esto se realizó previo a la combinación de bandas 3-2-1, mediante la cual se consigue imágenes en color verdadero.

Para identificar cuerpos de agua se realiza otro procedimiento sobre las bandas 4 y 5, donde la combinación de bandas arroja una buena reflectancia representando la diferencia entre humedales y tierra, los colores verdes, naranja y marrón representa a la vegetación. Y los colores más oscuros a los humedales. Usando para el estudio la combinación 4-5-3.

Procesar mapas de identificación de los bofedales de la etapa uno y dos; compararlos para la caracterización de la vegetación de los bofedales en el terreno y aplicar en base a la respuesta espectral de vegetación una clasificación óptima para los distintos tipos de vegetación, y específicamente identifique extensión de los bofedales, con el fin de inferir mejor la distribución de vicuñas.

### e. Índice de vegetación NDVI

Para este estudio se empleó el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), que se define como:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

Siendo:

NIR: Banda del infrarrojo cercano

R: Banda del rojo

El rango de valores va desde -1 hasta +1, se evita la posible división por cero pero sobre todo es el más extendido, en general, y en concreto en estudios previos sobre el tema.

Se calculó el NDVI de las imágenes unificadas, corregida, multiespectrales, comparación temporal, y composición de bandas.

### f. Clasificación digital

Usamos los dos tipos de clasificaciones de imágenes satelitales más usadas comúnmente la clasificación supervisadas y no supervisadas. Este proceso se realiza con el Software ERDAS v13 para la ortofoto de la reserva haremos un balance de las zonas que reflejan su uso al año 2014.

## 5.3 Para el cumplimiento del objetivo 3

### 5.3.1 Elaboración de los mapas base y temáticos

#### a. Mapa base

La construcción del mapa base consta de los siguientes elementos: límites geográficos y ubicación de la Reserva Chimborazo, y de cada bofedal.

El mapa de ubicación y distribución global de los bofedales, se elaboró a escala 1:175.000 y en base a imágenes satelitales interpretadas y digitalizadas, donde se incorporaron

información de la clasificación de tipos de bofedales, la leyenda respectiva e información relevante referida a centros poblados, caminos, cuerpos de agua, nevados o glaciares de la cartografía base proporcionada por el MAGAP PRAT - SIG Tierra.

#### **b. Mapas temáticos**

Los mapas temáticos que corresponden a la caracterización de bofedales por tipo, fueron elaborados a escalas diferentes para cada bofedal pues debido a su diferencia de tamaño no se pueden discriminar a todos por igual. Estos mapas, contienen el detalle de los diferentes estratos identificados y evaluados en campo. Al igual que en el mapa de 1:175.000, si corresponde y si se dispone de información, se incorpora información relevante referida a centros poblados, caminos, cuerpos de agua, entre otras.

La edición e impresión final de los mapas arriba señalados, se hizo bajo las normas de cartografía convencional.

## CAPÍTULO IV

### 6. RESULTADOS

#### 6.1 Identificación y descripción de los bofedales

La identificación y toma de coordenadas geográficas se lo realizó mediante un Sistema de Posicionamiento Global GPS. La ubicación de los bofedales de estudio fueron los mismos que se venía trabajando en el proyecto de observaciones y monitoreo de las vicuñas y su hábitat en la reserva de producción de Fauna Chimborazo el cual es un estudios piloto sobre capacidad de carga de los camélidos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador liderado por el Dr. Brian McLaren de la Universidad de Lakehead University, Canadá para lo cual se mantuvo el estudio en los mismos sitios para complementar con información geoespacial al estudio geobotánica que se venía trabajando y aportar información. Principalmente fue necesaria la identificación espacial de ciertas áreas de pastoreo en la Reserva para la vicuña, se registraron las coordenadas geográficas del perímetro del bofedal visitado, se determinó las diferentes coberturas de vegetación observadas, los usos de suelo, los puntos de muestreo de vegetación, agua, suelo y la toma de las coordenadas en estos sitios complementa la el estudio realizado. (Ver Anexo 1).

Como una herramienta adicional, se tomaron fotografías del área recorrida, con el fin de levantar información de las zonas con amplia visibilidad. El levantamiento de información en campo fue una etapa crucial dentro de la generación del mapa de cobertura vegetal ya que ayudó a tener un mejor conocimiento del territorio y sus dinámicas.

Se han identificado y georreferenciado in-situ siete bofedales, de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo con una proyección UTM, Datum WGS84 y huso 17 Sur y cuyas características más importantes se recogen en la *tabla 8*.

**Tabla 8:** Bofedales georreferenciados

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	x	y	z	Escala de mapa
1	Río Blanco	Valle de Mocha	Tungurahua	472,26	746088	9843581	4400	1:30000
2	Quebrada Toni	Urbina	Chimborazo	16,54	748452	9837081	4301	1:5000
3	El Refugio (Hermanos Carrel)	Nevado Chimborazo	Chimborazo	1,44	739536	9836714	4800	1:1300
4	Curi Pogyo (Chorrera Mirador)	Nevado Chimborazo	Chimborazo	0,34	741299	9834464	4523	1:1500
5	Chag Pogyo	Pulinguí San Pablo	Bolívar	19,36	735460	9832179	4064	1:10000
6	Sinche1	Sinche (Sector las antenas)	Bolívar	8,53	728712	9841002	4167	1:5000
7	Sinche2	Sinche (Puente Ayora)	Bolívar	9,39	727816	9838200	3981	1:5000
Total				55,66				

Con estas coordenadas se elaboró el mapa base del estudio, a una escala de 1:170000, para el mapa de ubicación de bofedales georreferenciados en la RPFCh, a partir de esta se elaboró los mapas de ubicación de cada bofedal y subsiguientes mapas para entrega de trabajo.

El mapa de ubicación de la Reserva se trabajó con imágenes satelitales de Google Earth, donde se extrajo la zona de la reserva misma que se la proyectó con programa ArcGIS 10, en el Sistema Geodésico Mundial 1984, proyección UTM, zona 17S. En la georreferenciación de la imagen klm, se utilizaron los siete puntos de control usando las coordenadas de ubicación de cada bofedal, aceptando un error medio de 0,07. (FIGURA 7,8)

También se superpuso con la ortofoto proporcionada por el MAGAP PRAT - SIG Tierra, la cual es actualizada al 2013 y tiene mejor resolución para la mayor parte de la Reserva, y la zona perteneciente a la Provincia de Bolívar no disponible se complementa con la imagen klm antes procesada.

## 6.2 Itinerario y visitas de campo

Se realizó cinco salidas de campo, del 11 al 15 de marzo del 2013, en cuyos recorridos se tomaron fotografías de cada bofedal, rellenando las fichas individuales, recolectando muestras de suelo y agua, delimitando y georreferenciando los bofedales.

El primer día se recorrió y georreferenció el bofedal Sinche (Puente Ayora) y el bofedal Sinche (Sector las antenas), las misma que presentan intervención antrópica, en la primera al borde del bofedal a lado del camino hay propietarios que hacen uso de parcelas pequeñas que influyen con el paisaje del mismo, hay contaminación de aguas servidas.

La segunda presenta contaminación minera y de quema de bosques, estos dos bofedales están muy expuestos a daños por el hombre y pérdida de la biomasa del bofedal.

El segundo día recorrimos el bofedal Curi Pogyo, es un bofedal irrigado por una vertiente que nace del nevado Chimborazo, donde se encuentra una toma para uso de agua de consumo.

Se hizo el llenado de hojas de campo para determinar el diagnóstico general del bofedal, características del agua, estado de tiempo, cobertura vegetal, predominio de taludes, uso y aprovechamiento público. **Anexo 1**

## 6.3 Análisis físico químico de agua y suelo

Se realizó la toma de muestra de suelo y agua en cada bofedal, determinando por su extensión el número de tomas de muestreo. **Anexo 2**

**Tabla 9.** Resultados generales de suelo y agua

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	muestra suelo por zona	altura (m.s.n.m.)	Resultados suelos	Resultados agua	Bofedal
1	Río Blanco	Valle de Mocha	Tungurahua	zona alta	4400	suelos ácidos, con % Materia orgánica, Potasio y fósforo alto, NH4 medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y potasio bajo.	
				zona media	39950	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH4 y fósforo medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salina y potasio medio.	

2	Quebrada Toni	Urbina	Chimborazo	zona alta	4301	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH <sub>4</sub> bajo y fósforo medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y Potasio medio	
				zona media	4000	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH <sub>4</sub> bajo y fósforo medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	

3	El Refugio (Hermanos Carrel)	Nevado Chimborazo	Chimborazo	zona alta	4800	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH <sub>4</sub> bajo y fósforo medio	pH ligeramente alcalino, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	
4	Curi Pogyo (Chorrera Mirador)	Nevado Chimborazo	Chimborazo	zona alta	4533	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH <sub>4</sub> bajo y fósforo bajo	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	

5	Chag Pogyo	Pulinguí San Pablo	Bolívar	zona alta	4064	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH4 bajo y fósforo medio	pH neutro, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	
6	Sínche1	Sínche (Sector las antenas)	Bolívar	zona alta	4167	suelos ácidos, con % Materia orgánica, Potasio y fósforo alto, NH4 bajo	pH neutro, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	

7	Sinche2	Sinche (Puente Ayora)	Bolívar	zona alta	3981	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH <sub>4</sub> bajo y fósforo medio	pH neutro, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	
---	---------	-----------------------------	---------	-----------	------	--	--	---

## 6.4 Procesamiento y Análisis de la información

En la *tabla 10*, se muestra las imágenes de ambos satélites, con los diferentes sensores obtenidos de nuestra zona de trabajo en el caso de Landsat.

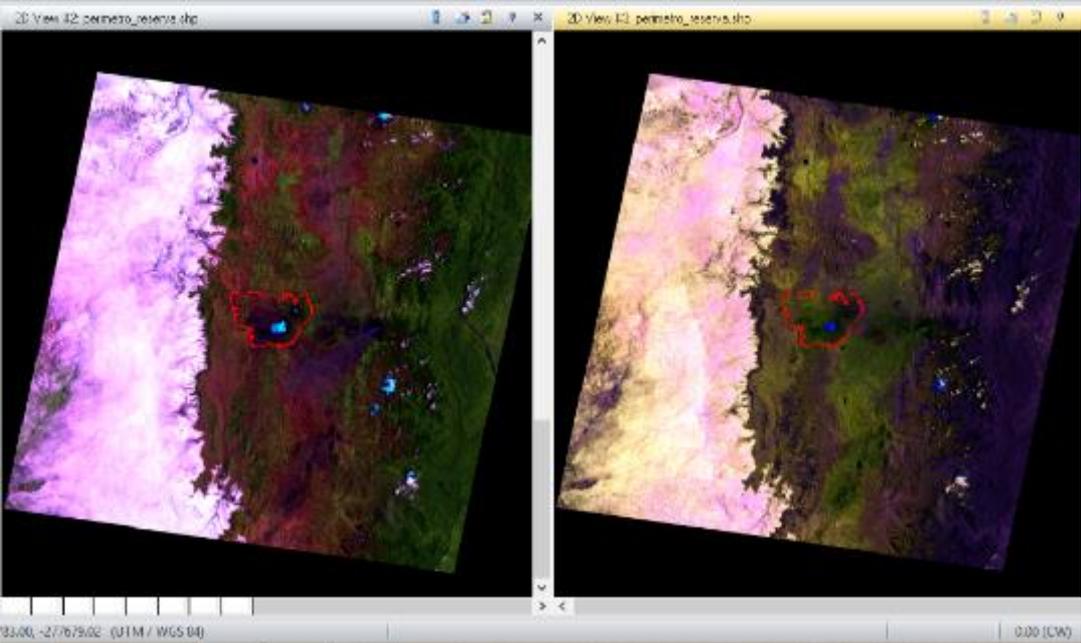
**Tabla 10:** Características de las imágenes de satélite utilizadas

ID	Escena	Fecha	Sensor	Producer	Attr.	Type	Ubicación
032-401	2: 010/061	26/03/1987	TM	EarthSat	Ortho, GeoCover	GeoTIFF	Ecuador
042-461	2: 010/061	16/09/2001	ETM+	EarthSat	Ortho, GeoCover	GeoTIFF	Ecuador
199-702	2: 010/061	26/03/1987	TM	USGS	Ortho, GLS1990	GeoTIFF	Ecuador
207-088	2: 010/061	16/09/2001	ETM+	USGS	Ortho, GLS2000	GeoTIFF	Ecuador
215-834	2: 010/061	28/01/2004	ETM+	USGS	Ortho, GLS2005	GeoTIFF	Ecuador
233-522	2: 010/061	26/03/1987	TM	USGS	L1T	GeoTIFF	Ecuador
238-107	2: 010/061	16/09/2001	ETM+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	Ecuador
246-984	2: 010/061	28/01/2004	ETM+	GLCF	Surface Reflectance	GeoTIFF	Ecuador

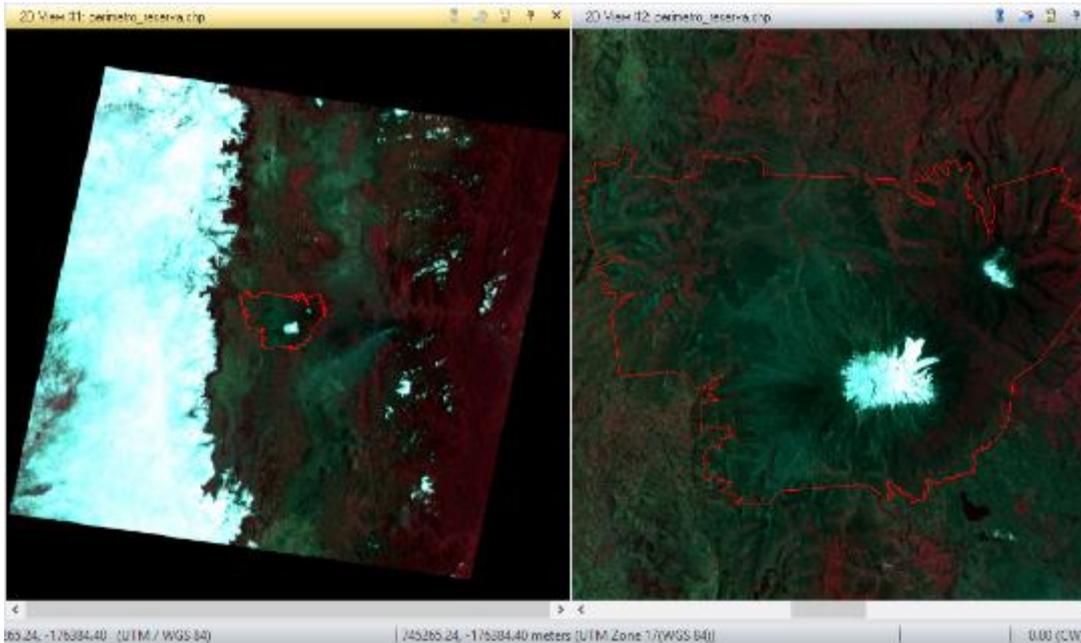
Fuente: [www.glcg.umiacs.umd.edu](http://www.glcg.umiacs.umd.edu).

- ❖ Las filas de color de color amarillo se descartan por presentar mucha nubosidad en casi toda la imagen y las dos últimas por tener datos erróneos al compactar la imagen no permite terminar el proceso de limpieza de los Gaps.
- ❖ Las filas de color de color rosa representan las imágenes que presentan errores en forma de franjas inclinadas de color negro o datos inválidos llamados gaps. Se las procedió a una corrección radiométrica para una mejor la calidad espectral y tener uniformidad al procesar las imágenes.
- ❖ Las imágenes restantes se trabajó directamente

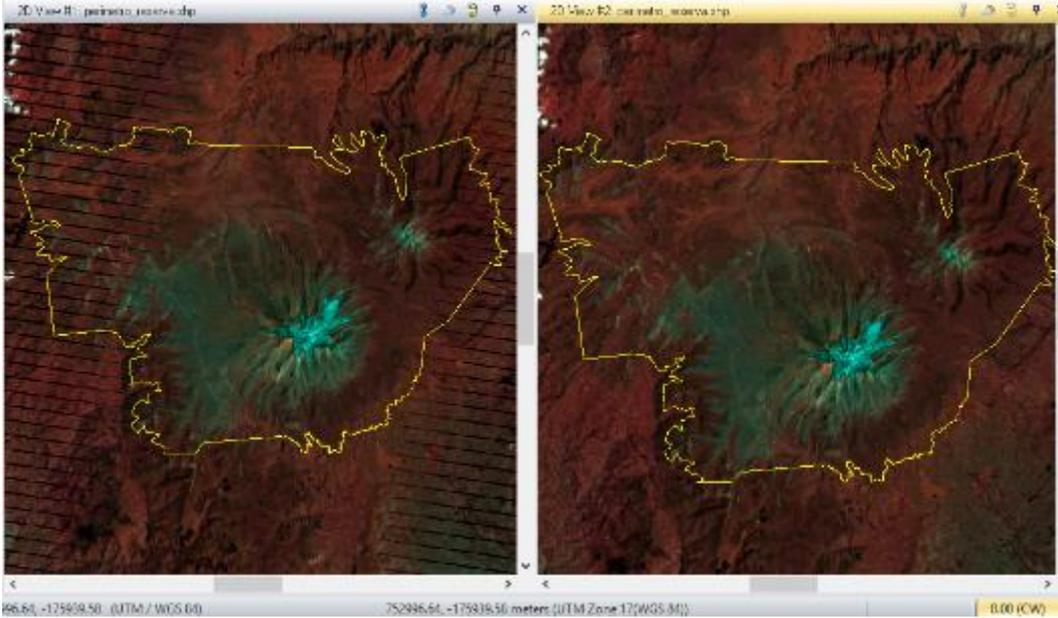
a. Componer una imagen satelital de una imagen multiespectral y Corrección Radiométrica

Imagen	<u>Landsat 7 SLC -off</u>	<u>Multibandas</u>
<b>ID:</b> 042v461		
<b>Date:</b> 16/09/2001		
<b>Spatial Resolution:</b> 30 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<b>Gapfill:</b> Sólo una repetición		

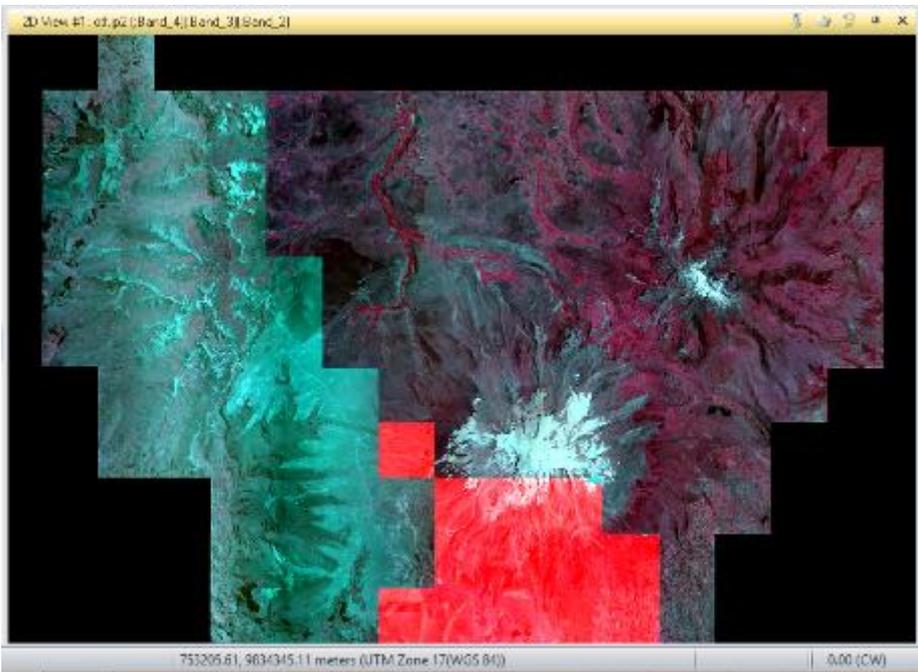
**Fig. 2** Imagen multiespectral RPFCH 2001– EarthSat

Imagen	<u>Landsat 7</u>	<u>Multibandas</u>
<b>ID:</b> 207v088		
<b>Date:</b> 16/09/2001		
<b>Spatial Resolution:</b> 30 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<b>Gapfill:</b> Sólo una repetición		

**Fig. 3** Imagen multiespectral RPFCH 2001– USGS

Imagen	Landsat 7 (USGS)	Gap-Lleno de imagen Landsat 7
<b>ID:</b> 215-834		
<b>Date:</b> 28/01/2004		
<b>Spatial Resolution:</b> 30 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<b>Gapfill:</b> con 3 ya estuvo lista la zona pero se hizo uno más. 4 repeticiones		

**Fig. 4** Imagen multispectral RPFCH 2004– usgs

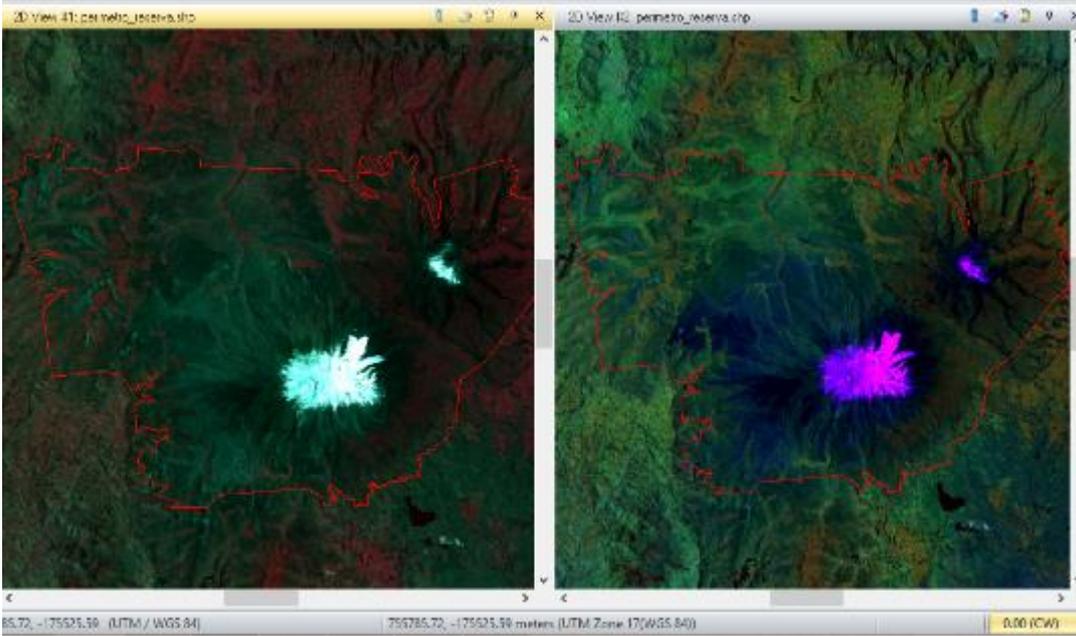
Imagen	Ortofoto	4 bandas
<b>ID:</b> Ortofoto		
<b>Date:</b> 2013-2014		
<b>Spatial Resolution:</b> 0.5 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<b>Gapfill:</b> no se procesa		

**Fig. 5** Ortofoto RPFCH 2013-2014 – SIG-Tierras

**b. Composición de bandas área completa RPFCH**

Imagen	4-3-2	4-5-3
<b>ID:</b> 042v461	<p><b>La composición 4-3-2 o "Falso Color".</b></p> <p>La vegetación aparece en tonos rojizos, y los suelos varían de marrón oscuro hacia el claro en toda esta gama. El hielo, los nevados y nubes son blancos o un celeste ligero. Los humedales de color verde claro.</p>	
<b>Date:</b> 16/09/2001		
<b>Spatial Resolution:</b> 30 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<p>Falso color (4-3-2) (4-5-3)</p>	<div data-bbox="419 629 1501 1272" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: right;"><b>La composición 4-5-3</b></p> <p>La vegetación aparece en tonos verdes, y los suelos varían de azul oscuro a morado, marrón. El hielo, los nevados y nubes son azul fluorescente. Los humedales de color violeta</p>	

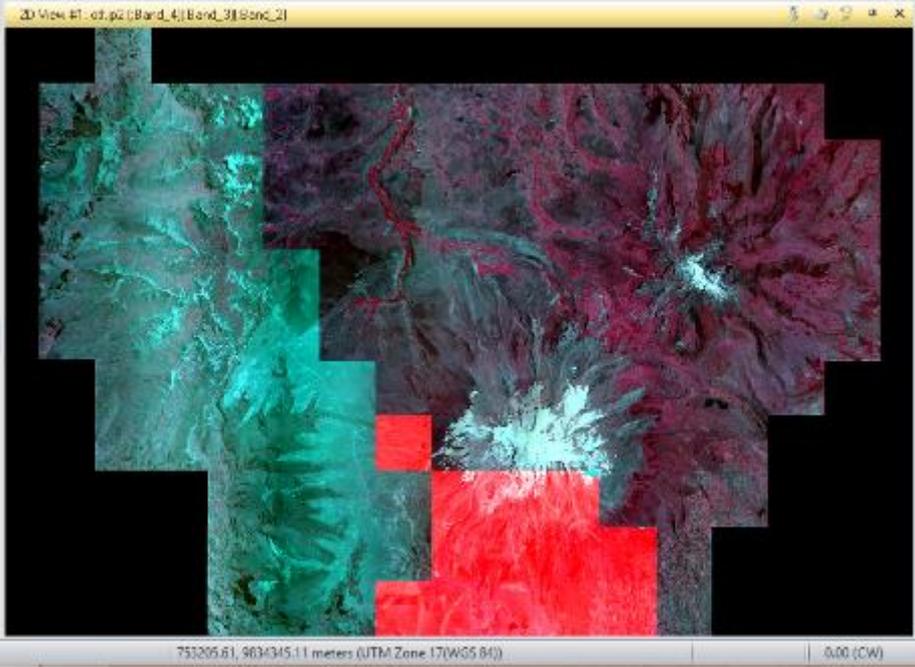
**Fig. 6** Composición 432 y 453 de la RPFCH 2001– EarthSat

Imagen	4-3-2	4-5-3
<b>ID:</b> 207v088	<b>La composición 4-3-2 o "Falso Color".</b>	
<b>Date:</b> 16/09/2001	La vegetación aparece en tonos rojizos, y los suelos varían de marrón oscuro hacia el claro en toda esta gama. El hielo, los nevados y nubes son blancos o un celeste ligero.	
<b>Spatial Resolution:</b> 30 m	Los humedales de color verde claro.	
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<b>Gapfill:</b> Sólo una repetición	<p data-bbox="1236 1245 1532 1279" style="text-align: right;"><b>La composición 4-5-3</b></p> <p data-bbox="432 1301 1532 1442">La vegetación aparece en tonos verdes, y los suelos varían de azul oscuro a morado, marrón. El hielo, los nevados y nubes son azul fluorescente. Los humedales de color violeta</p>	

**Fig. 7** Composición 432 y 453 RPFCH 2001– USGS

Imagen	4-3-2	4-5-3
<b>ID:</b> 215-834	<p><b>La composición 4-3-2 o "Falso Color".</b> La vegetación aparece en tonos rojizos, y los suelos tonalidades del verde en toda esta gama. El hielo, los nevados y nubes son blancos o un celeste ligero. Los humedales de color verde oscuro.</p>	
<b>Date:</b> 28/01/2004		
<b>Spatial Resolution:</b> 30 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<p><b>Gapfill:</b> con 3 ya estuvo lista la zona pero se hizo uno más. 4 repeticiones</p>	<div data-bbox="443 546 1501 1167" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1235 1252 1533 1285" style="text-align: right;"><b>La composición 4-5-3</b></p> <p data-bbox="480 1308 1533 1447">La vegetación aparece en tonos verdes, y los suelos varían de azul oscuro a azul claro. El hielo, los nevados y nubes de color magenta a violeta. Los humedales de color marrón.</p>	

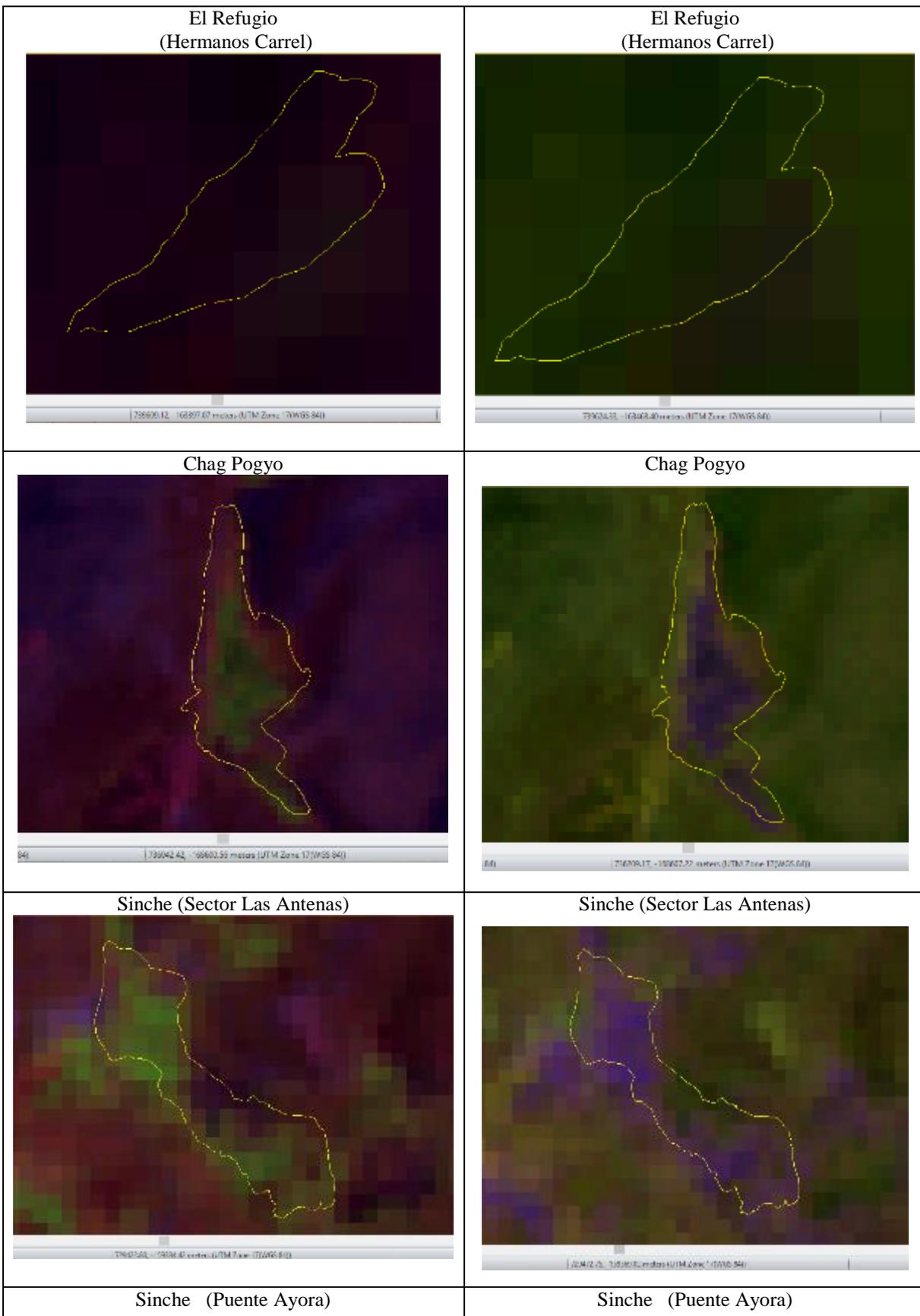
**Fig. 8** Composición 432 y 453 RPFCH 2004– USGS

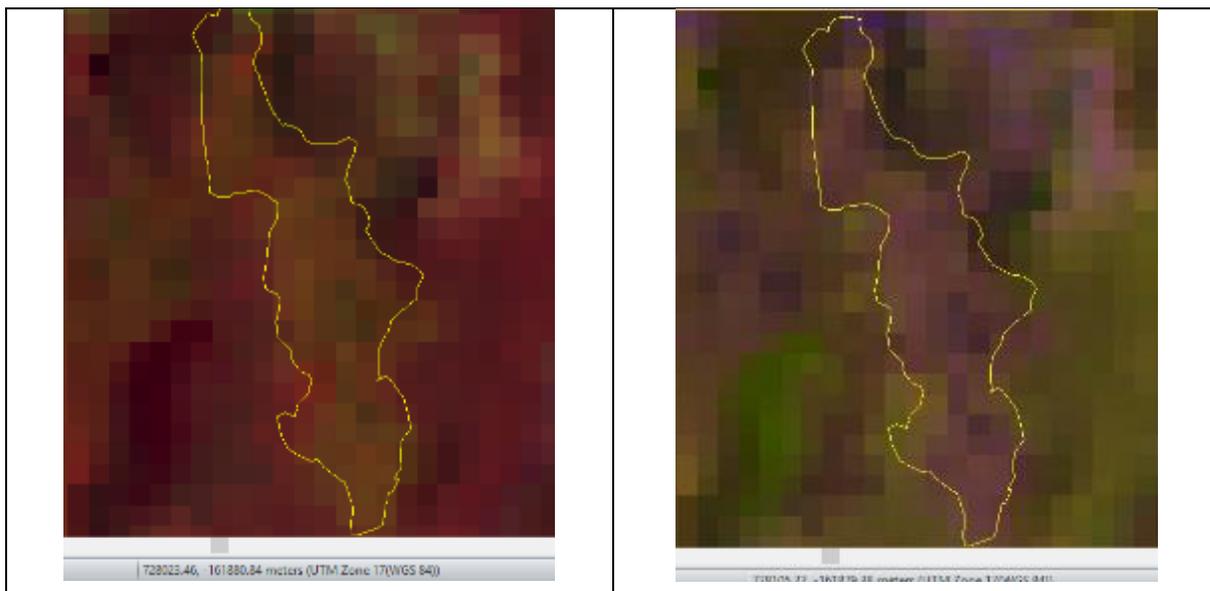
Imagen	<u>Ortofoto</u>	4 bandas		
<b>ID:</b> Ortofoto	<b>La composición 4-3-2 o "Falso Color".</b> La vegetación aparece en tonos rojizos, y los suelos tonalidades grises en toda esta gama. El hielo, los nevados y nubes son blancos o un celeste ligero. Los humedales de color magenta. Las diferencias de fechas y zonas hace que el mosaico se aprecien 3 zonas de las cuales la parte baja es la más dañosa presenta.			
<b>Date:</b> 2013-2014				
<b>Spatial Resolution:</b> 0.5 m				
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S				
<b>Gapfill:</b> no se procesa				

**Fig. 9** Composición bandas Ortofoto RPFCH (2013-2014 – SIG-Tierras)

### c. Composición de bandas y comparación por años de cada bofedal

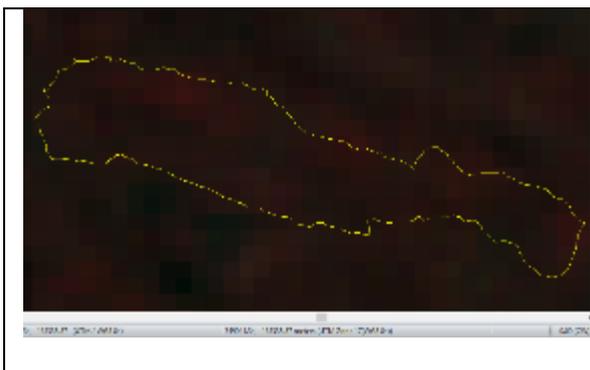
<p style="text-align: center;"><b>RGB 432</b></p> <p>De acuerdo a la combinación de Bandas 432, muestra para todas las fechas una buena presencia de color verde el que detalla los bofedales y áreas húmedas de la zona. La baja vegetación natural en color rojo brillante, detalla poca cantidad de áreas de pajonal.</p>	<p style="text-align: center;"><b>RGB 453</b></p> <p>De acuerdo a la combinación de Bandas 453, muestra para la mayoría de las imágenes hay presencia los bofedales representados por el color violeta y áreas húmedas de la zona. Hay presencia de vegetación natural en color verde claro, representa el pajonal.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Río Blanco</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Río Blanco</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Quebrada Toni (Urbina)</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Quebrada Toni (Urbina)</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Curi Pogyo (Chorrera Mirador)</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Curi Pogyo (Chorrera Mirador)</b></p> 



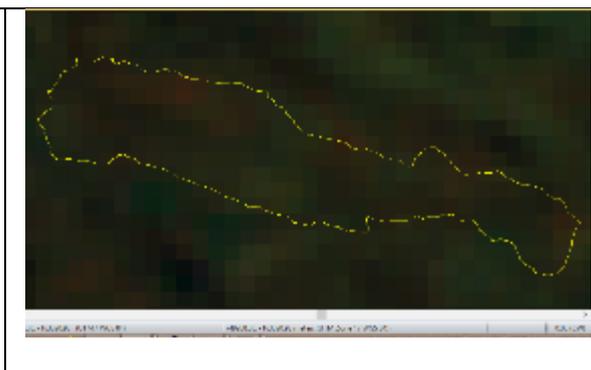


**Fig. 10** Set de combinación de bandas de cada bofedal estudiado (2001– EarthSat)

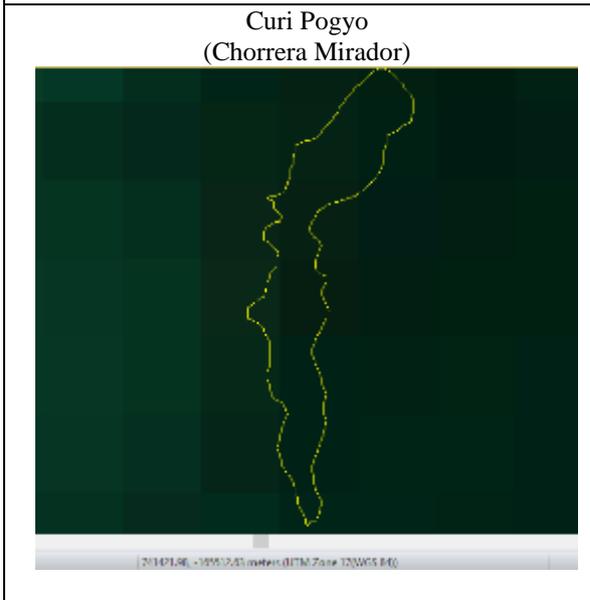
<p style="text-align: center;"><b>RGB 432</b></p> <p>De acuerdo a la combinación de Bandas 432, muestra para todas las fechas una buena presencia de color verde el que detalla los bofedales y áreas húmedas de la zona. La Alta vegetación natural en color rojo brillante, detalla gran cantidad de áreas de pajonal.</p>	<p style="text-align: center;"><b>RGB 453</b></p> <p>De acuerdo a la combinación de Bandas 453, muestra para la mayoría de las imágenes hay presencia los bofedales representados por el color violeta y áreas húmedas de la zona. Hay presencia de vegetación natural en color verde claro, representa el pajonal.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Río Blanco</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Río Blanco</b></p> 
<p style="text-align: center;">Quebrada Toni (Urbina)</p>	<p style="text-align: center;">Quebrada Toni (Urbina)</p>



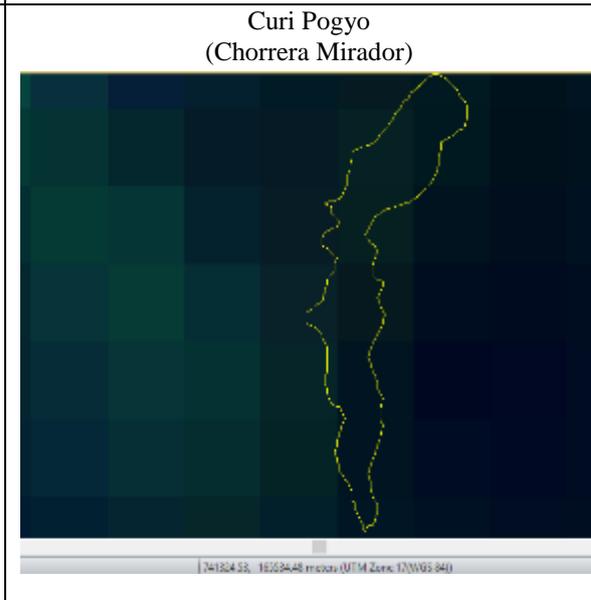
Curi Pogyo  
(Chorrera Mirador)



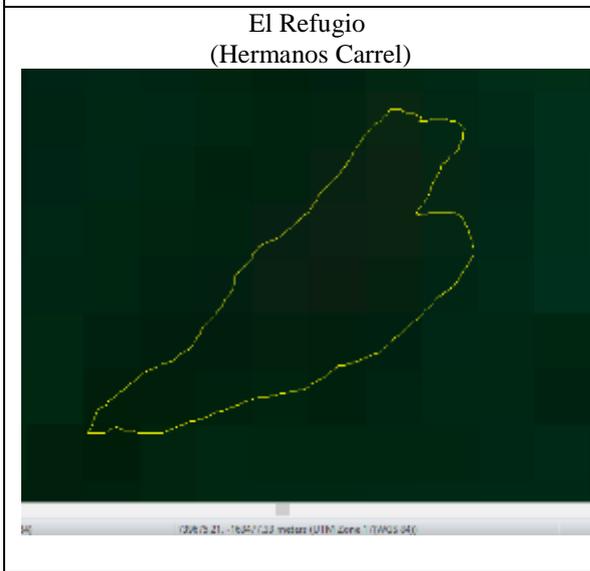
Curi Pogyo  
(Chorrera Mirador)



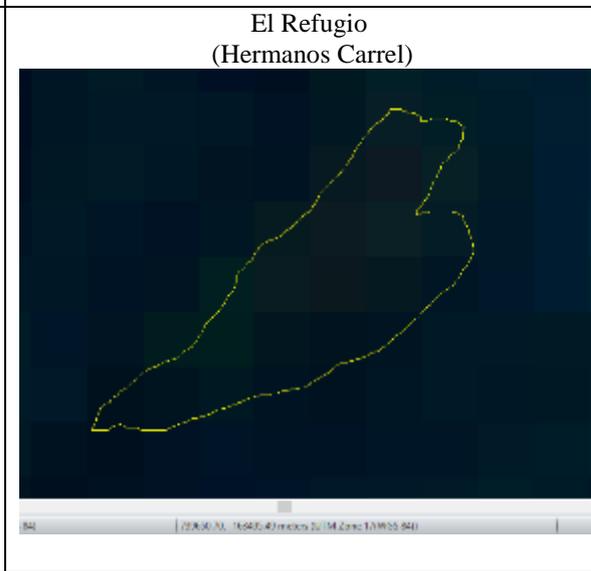
El Refugio  
(Hermanos Carrel)



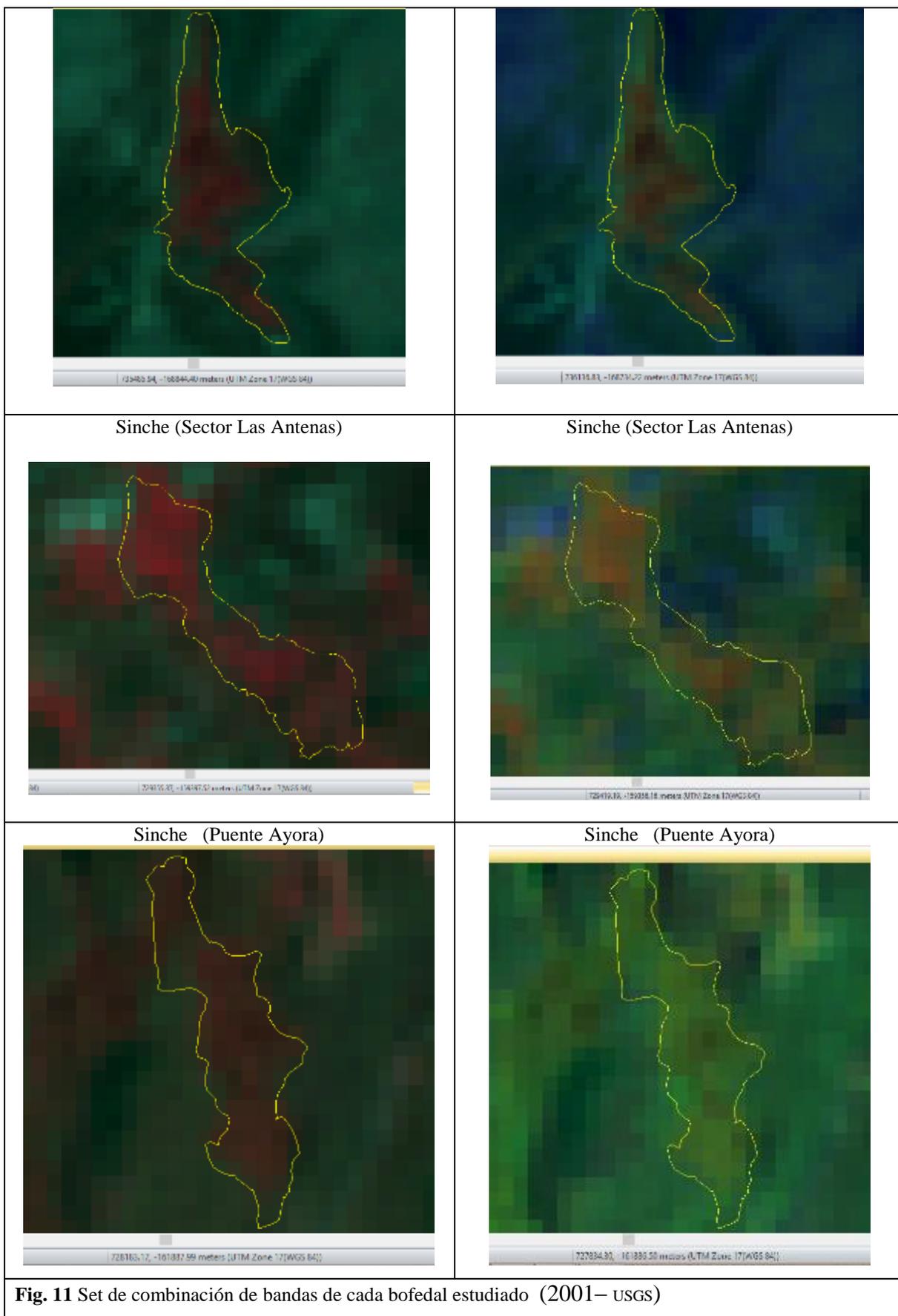
El Refugio  
(Hermanos Carrel)



Chag Pogyo



Chag Pogyo



### RGB 432

De acuerdo a la combinación de Bandas 432, cinco de los siete bofedales presentan alta cantidad de vegetación natural en color rojo, abarca mayores áreas que el set #1. La presencia de bofedales es baja a excepción de los bofedales Curi Pogyo Y refugio que muestra para todas las fechas una buena presencia de color verde

### RGB 453

La ausencia del color violeta ratifica la ausencia de bofedales en las cinco imagines por la presencia de pajonal seco por el color marrón muy definido. El color marrón detalla la vegetación arbustiva existente.

#### Río Blanco



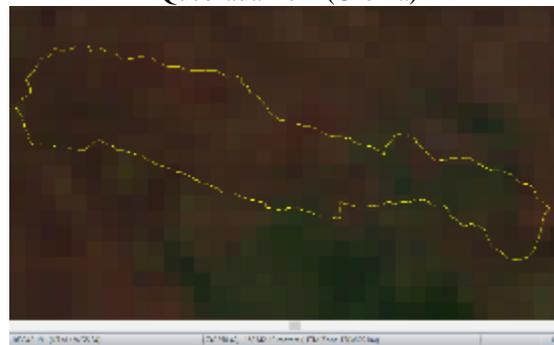
#### Río Blanco



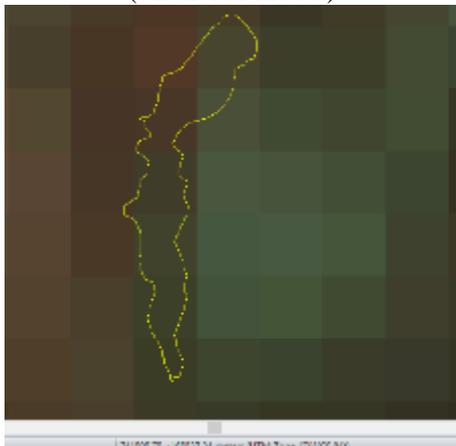
#### Quebrada Toni (Urbina)



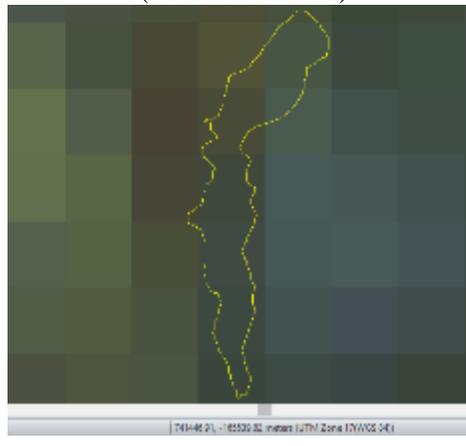
#### Quebrada Toni (Urbina)

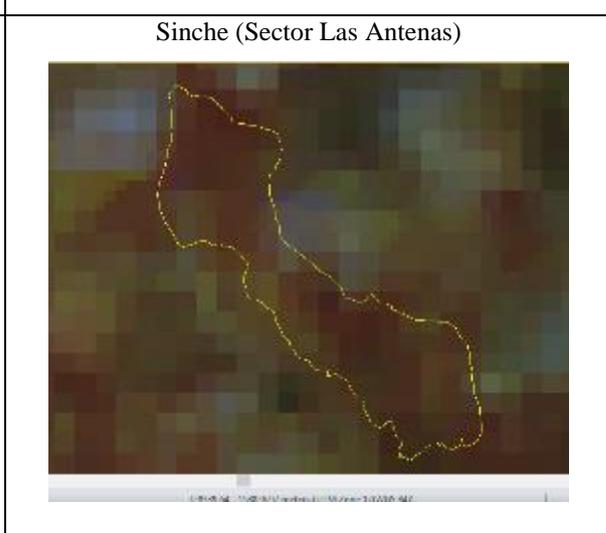
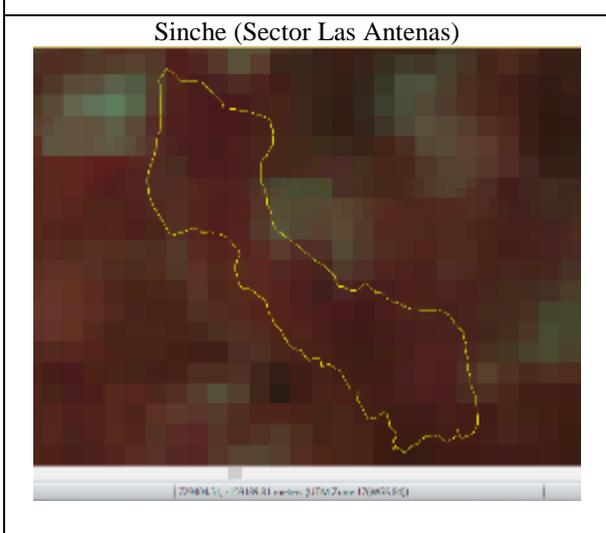
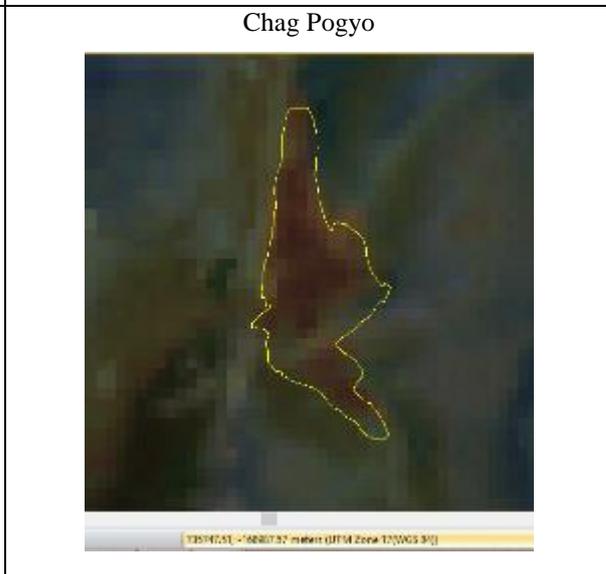
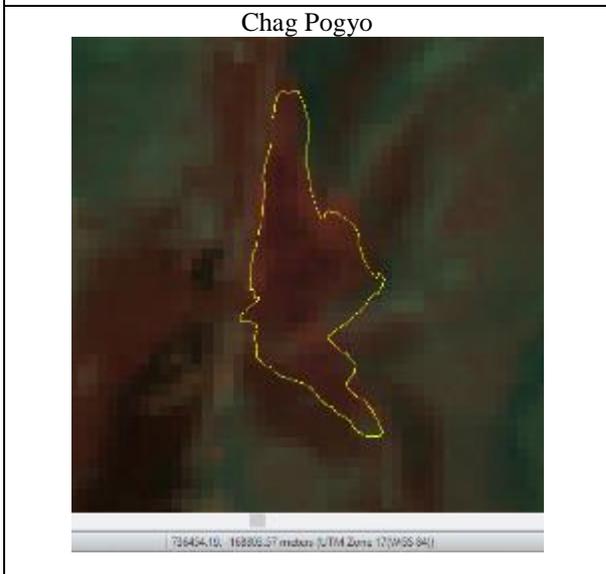
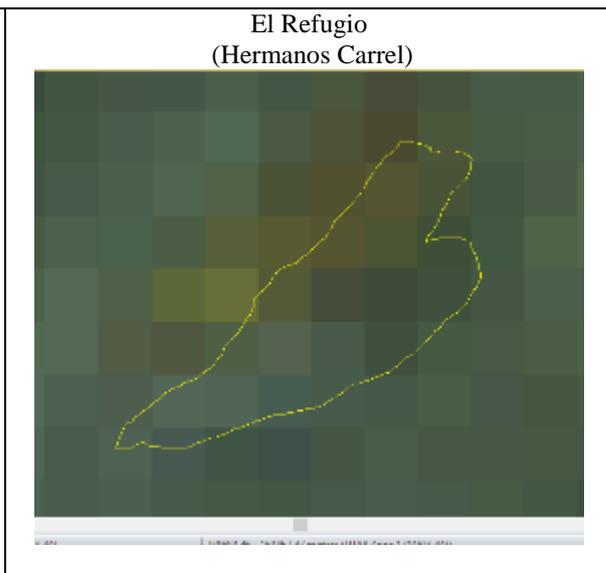
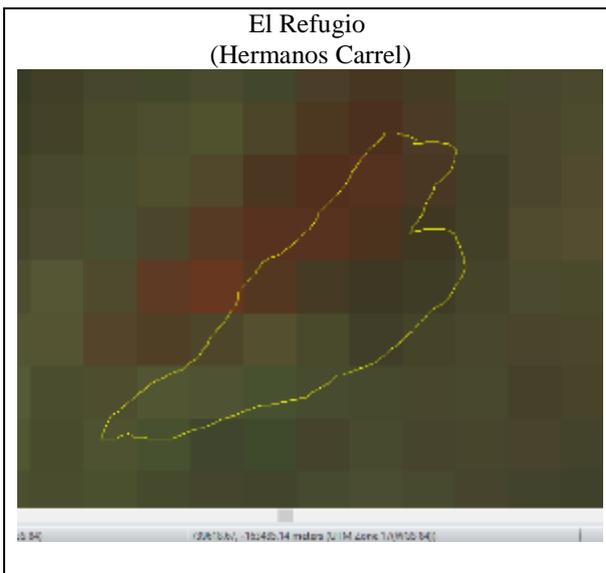


#### Curi Pogyo (Chorrera Mirador)



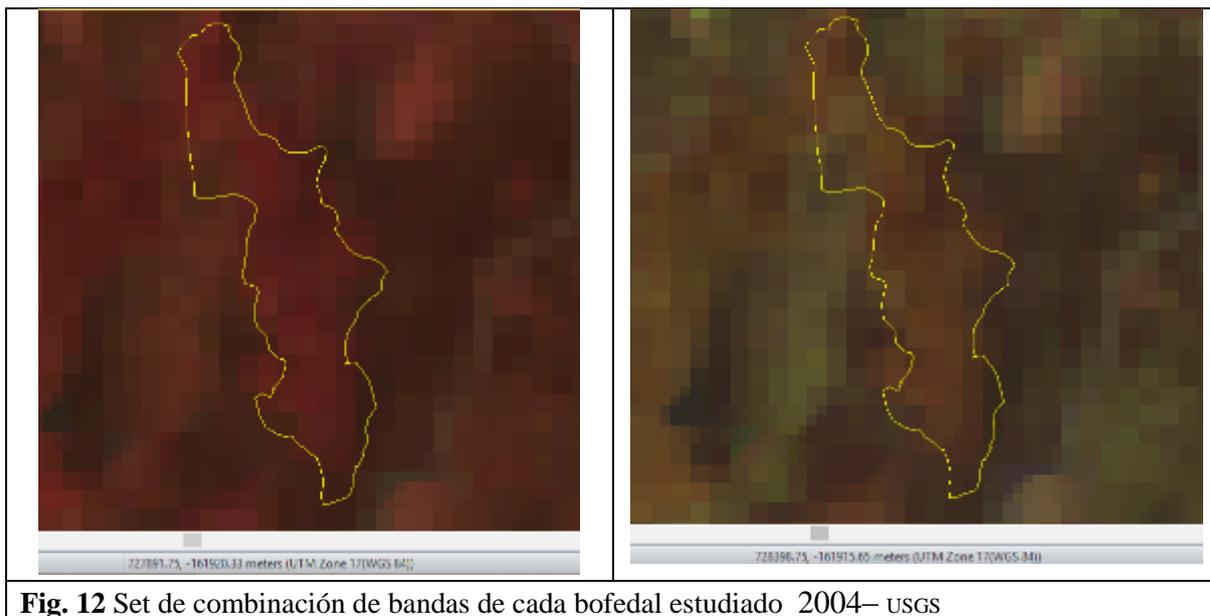
#### Curi Pogyo (Chorrera Mirador)





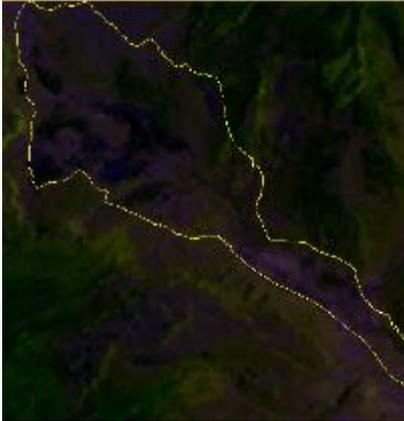
Sinche (Puente Ayora)

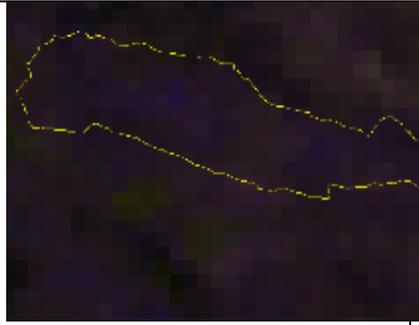
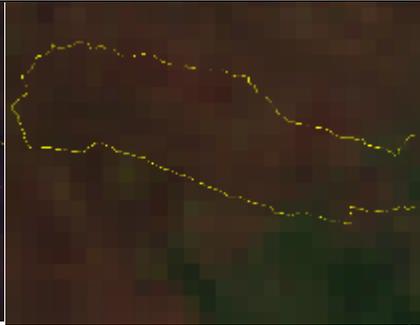
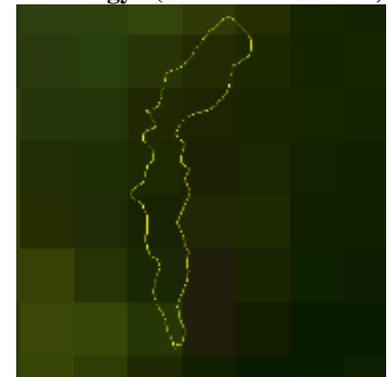
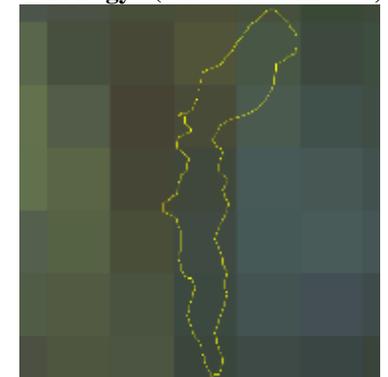
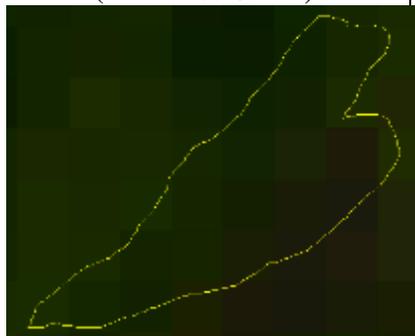
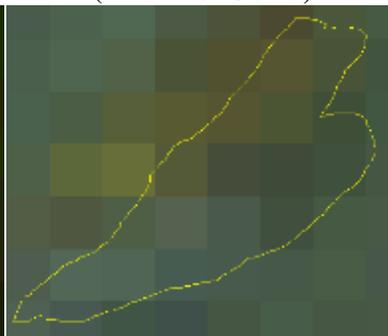
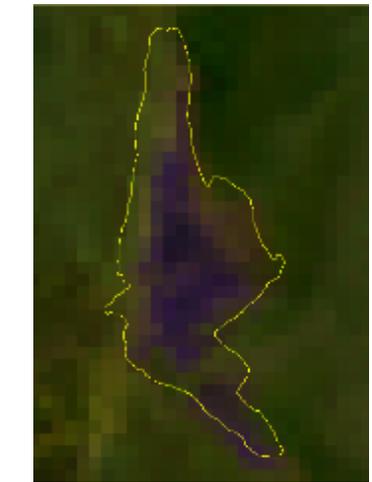
Sinche (Puente Ayora)

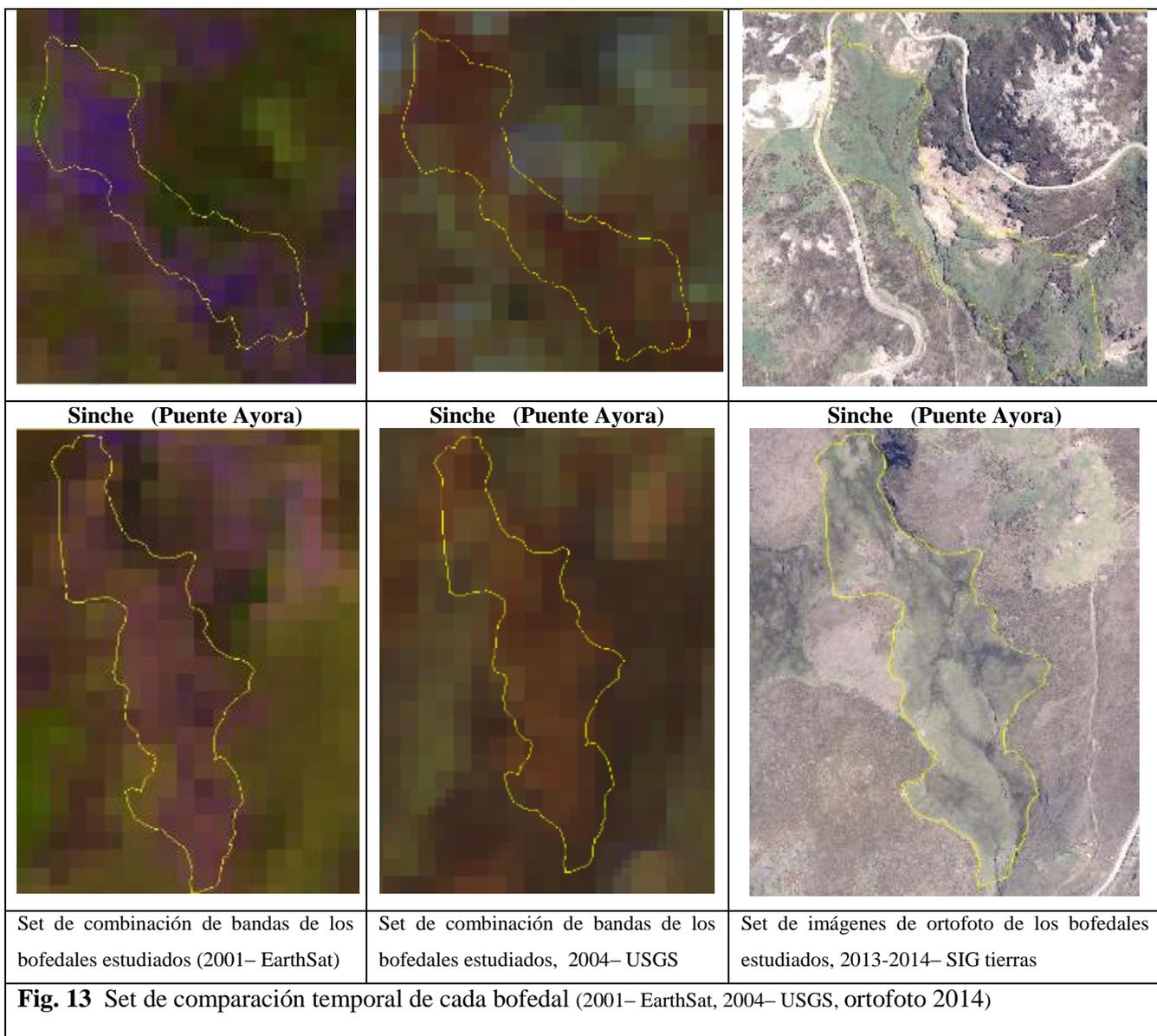


**Fig. 12** Set de combinación de bandas de cada bofedal estudiado 2004– USGS

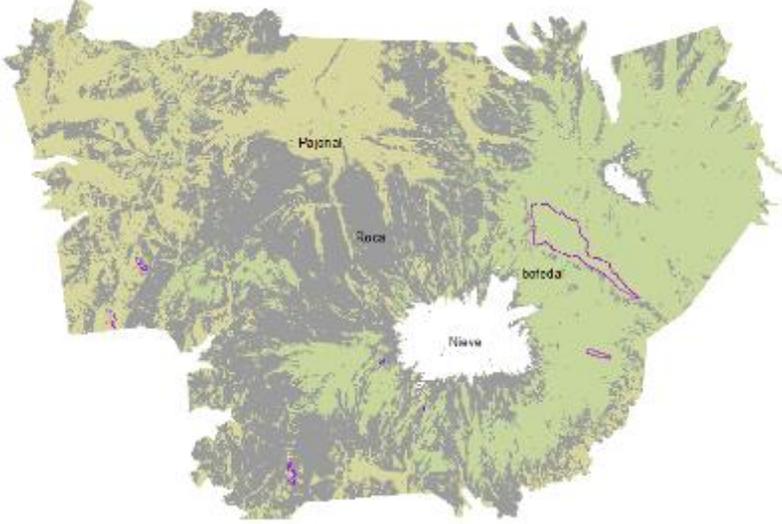
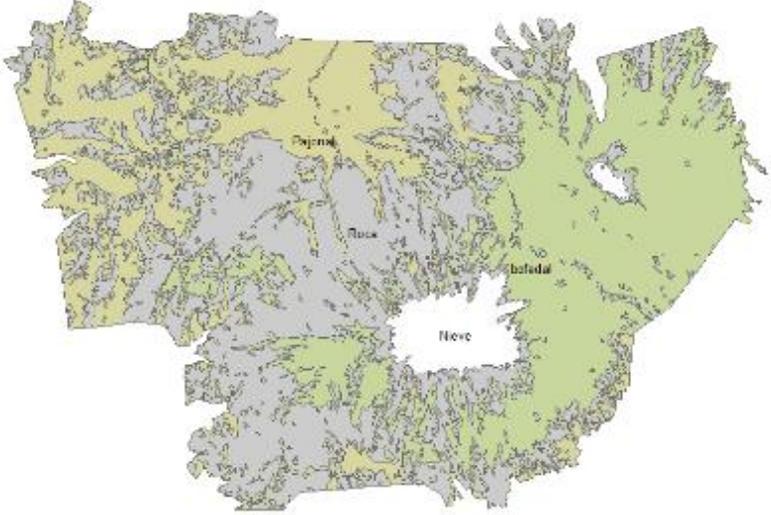
#### d. Comparación temporal de bofedales

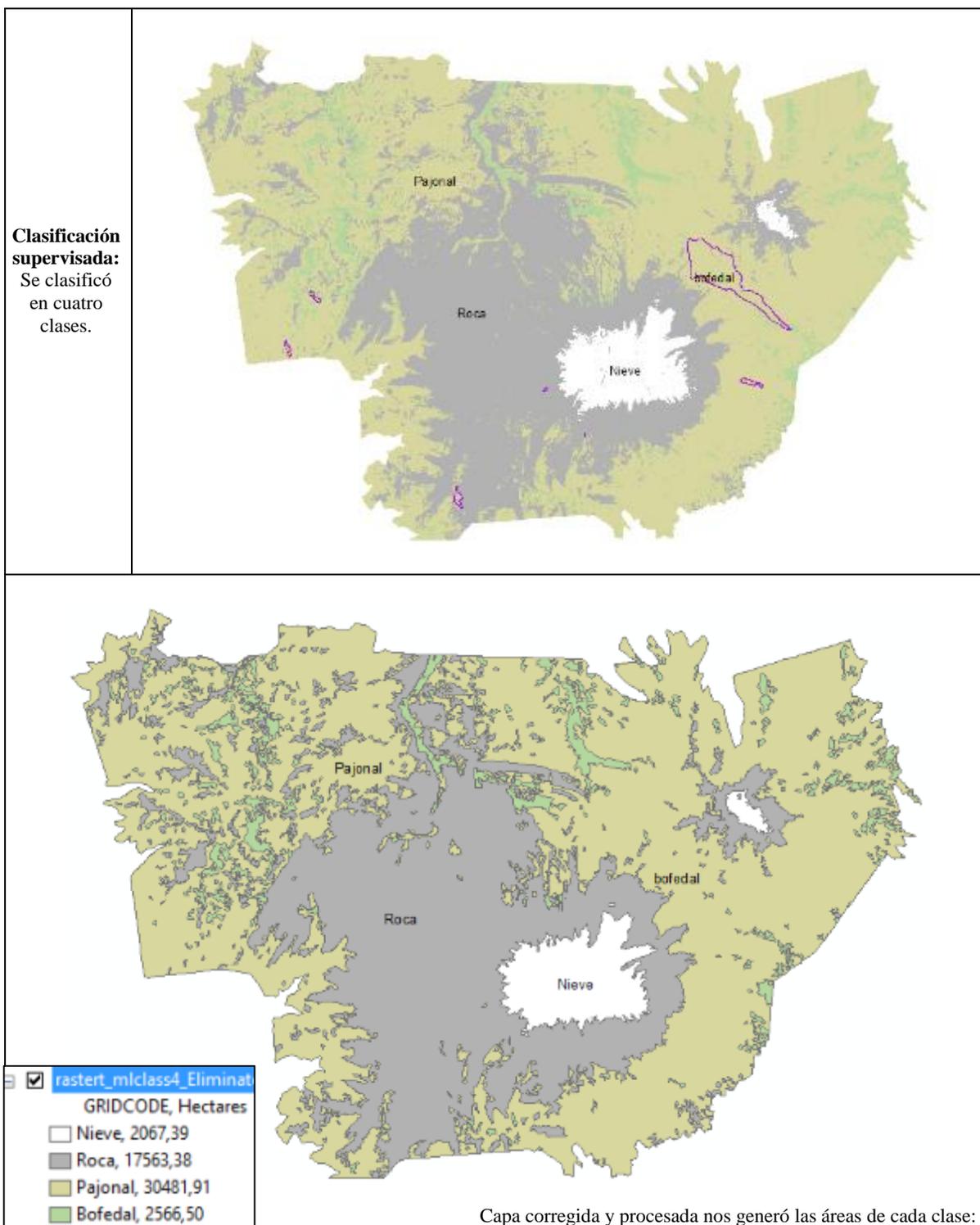
<p align="center"><b>RGB 453</b></p> <p align="center"><b>2001– EarthSat</b></p> <p>De acuerdo a la combinación de Bandas 453, muestra para la mayoría de las imágenes hay presencia los bofedales representados por el color violeta y áreas húmedas de la zona. Hay presencia de vegetación natural en color verde claro, representa el pajonal.</p>	<p align="center"><b>RGB 453</b></p> <p align="center"><b>2004– USGS</b></p> <p>La ausencia del color violeta ratifica la ausencia de bofedales en las cinco imágenes por la presencia de pajonal seco por el color marrón muy definido.</p> <p>El color marrón detalla la vegetación arbustiva existente.</p>	<p align="center"><b>RGB 123</b></p> <p align="center"><b>2014– SIG-Tierras</b></p> <p>La ausencia del color violeta ratifica la ausencia de bofedales en las cinco imágenes por la presencia de pajonal seco por el color marrón muy definido.</p> <p>El color marrón detalla la vegetación arbustiva existente.</p>
<p align="center"><b>Río Blanco</b></p> 	<p align="center"><b>Río Blanco</b></p> 	<p align="center"><b>Río Blanco</b></p> 
<p align="center"><b>Quebrada Toni (Urbina)</b></p>	<p align="center"><b>Quebrada Toni (Urbina)</b></p>	<p align="center"><b>Quebrada Toni (Urbina)</b></p>

		
<b>Curi Pogyo (Chorrera Mirador)</b>	<b>Curi Pogyo (Chorrera Mirador)</b>	<b>Curi Pogyo (Chorrera Mirador)</b>
		
<b>El Refugio (Hermanos Carrel)</b>	<b>El Refugio (Hermanos Carrel)</b>	<b>El Refugio (Hermanos Carrel)</b>
		
<b>Chag Pogyo</b>	<b>Chag Pogyo</b>	<b>Chag Pogyo</b>
		
<b>Sinche (Sector Las Antenas)</b>	<b>Sinche (Sector Las Antenas)</b>	<b>Sinche (Sector Las Antenas)</b>

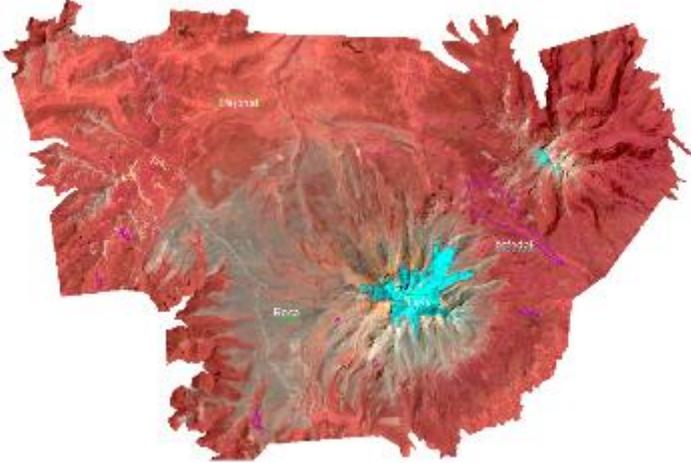
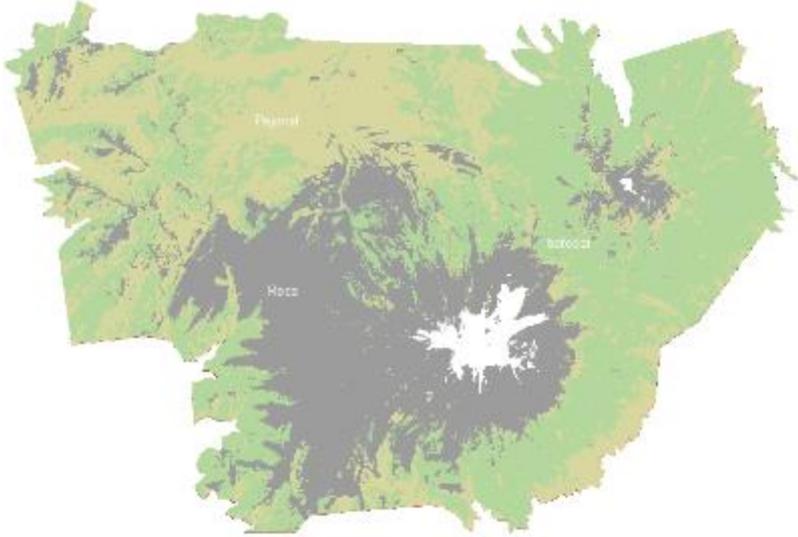
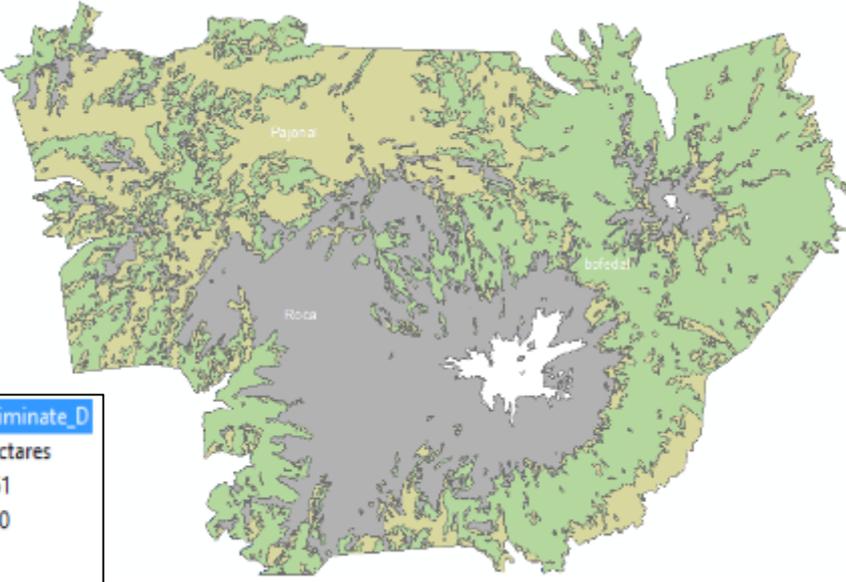


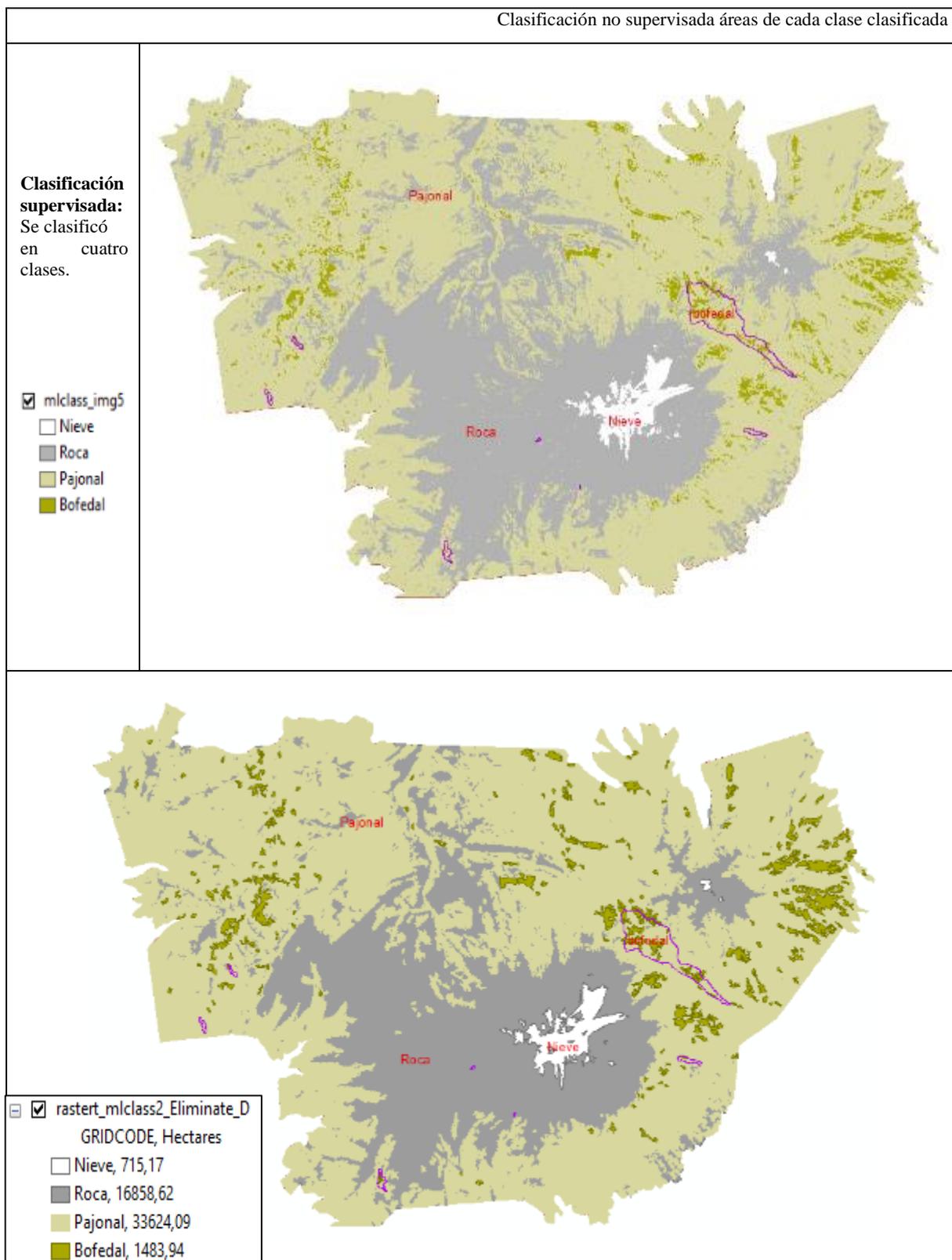
### e. Clasificación digital Supervisada y no supervisada

Imagen	<u>Landsat 7 (2001- EarthSat)</u>	<u>7 bandas</u>
ID: 207v088		
Date: 16/09/2001		
Spatial Resolution: 30 m		
Spatial Reference: WGS 84 UTM ZONE 17S		
<p>Clasificación no supervisada:</p> <p>Se clasificó cuatro clases.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> isocluster1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bofedal</li> <li><input type="checkbox"/> roca</li> <li><input type="checkbox"/> Pajonal</li> <li><input type="checkbox"/> Nieve</li> </ul>		
<p><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> rastert_isoclus1_Eliminate_</p> <p>GRIDCODE, Hectares</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1, 16234,55</li> <li><input type="checkbox"/> 2, 21356,25</li> <li><input type="checkbox"/> 3, 12996,74</li> <li><input type="checkbox"/> 4, 2086,99</li> </ul>	 <p style="text-align: right;">Clasificación no supervisada áreas de cada clase clasificada</p>	

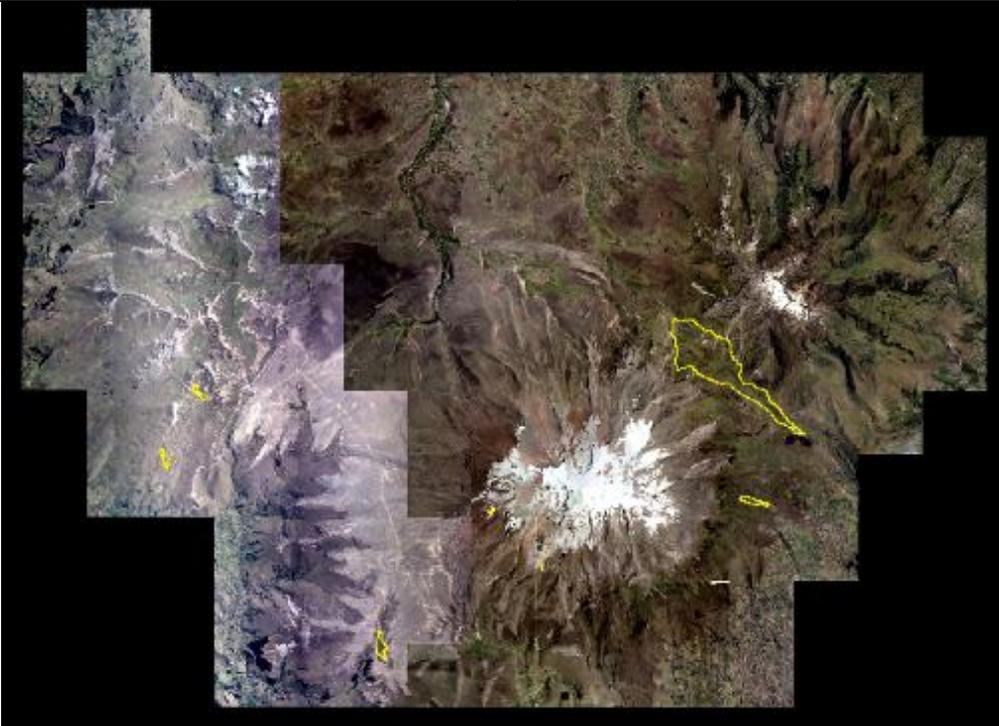
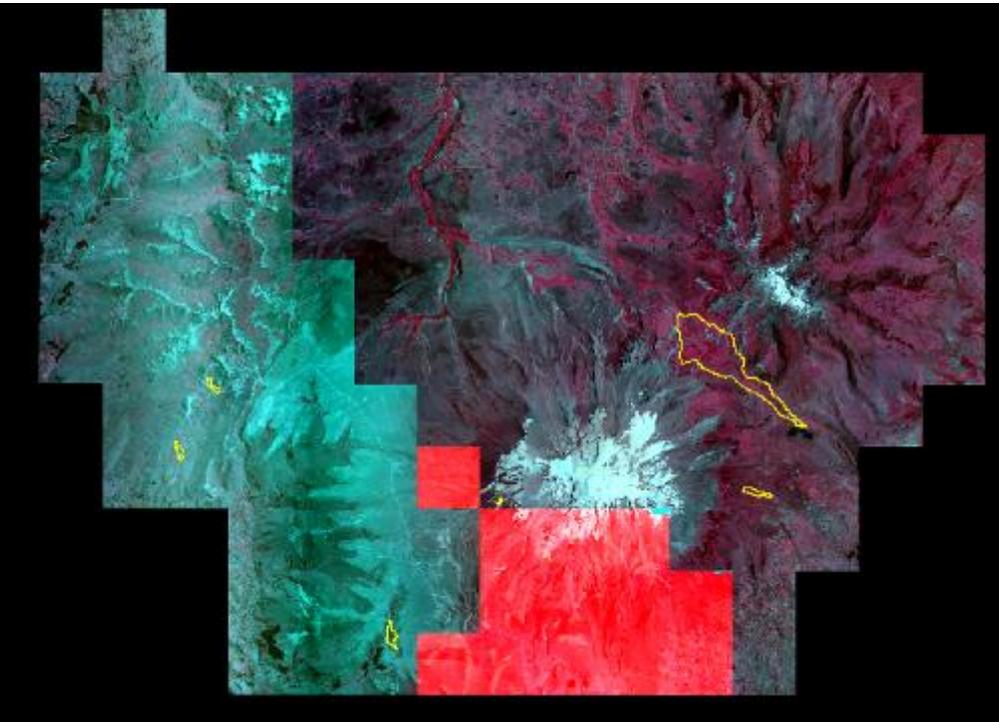


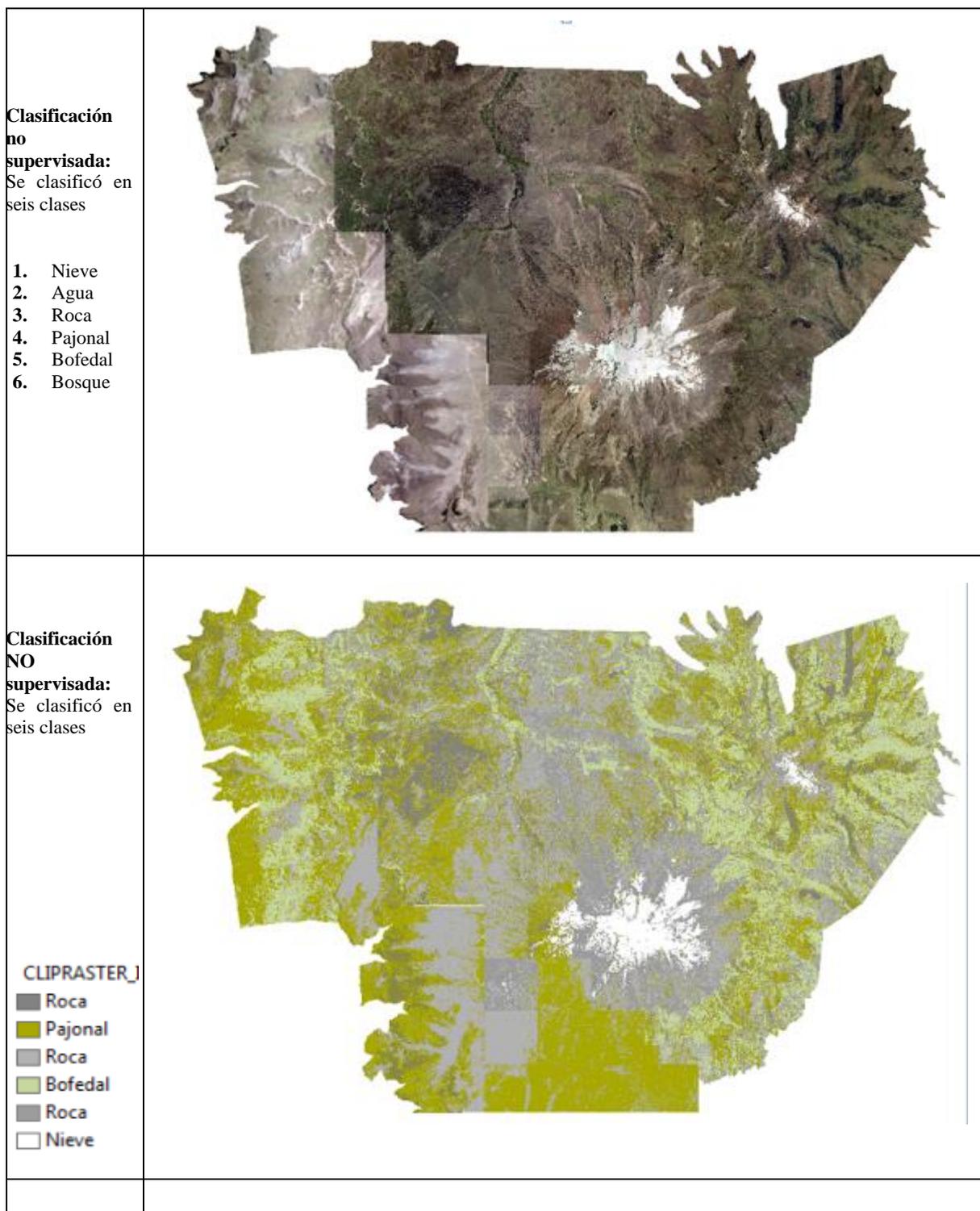
**Fig. 14** Clasificación digital Supervisada y no supervisada de la RPFCH (2001– EarthSat)

Imagen	Imagen satelital Landsat_7 (2004– USGS)	7 bandas
<b>ID:</b> 215-834		
<b>Date:</b> 28/01/2004		
<b>Spatial Resolution:</b> 30 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<b>Clasificación no supervisada:</b> Se clasificó cuatro clases.  <input checked="" type="checkbox"/> isocluster0 <input type="checkbox"/> Bofedal <input type="checkbox"/> Pajonal <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Nieve		
<input checked="" type="checkbox"/> rastert_mclass5_Eliminate_D GRIDCODE, Hectares <input type="checkbox"/> Bofedal, 22147,51 <input type="checkbox"/> Pajonal, 14312,00 <input type="checkbox"/> Roca, 15231,48 <input type="checkbox"/> Nieve, 989,22		



**Fig. 15** Clasificación digital Supervisada y no supervisada RPFCH (2004– USGS)

Imagen	<u>Ortofoto</u>	4 bandas
<b>ID:</b> Ortofoto		
<b>Date:</b> 2013-2014		
<b>Spatial Resolution:</b> 0.5 m		
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S		
<b>Combinación de bandas del mosaico</b> <b>RPFCH:</b> 123-color verdadero		
<b>Combinación de bandas:</b> 432-falso color	<p style="text-align: center;"><b>La composición 4-3-2 o "Falso color".</b></p> <p>Aquí se ve la imagen como si fueran tres unidades. Esto se debe a que el mosaico fue generado en tres fechas diferentes entre los años 2013 y 2014, produciendo cambios de color, se hizo el proceso de corrección cada mosaico.</p>	



**Fig. 16** Clasificación digital Supervisada ortofoto RPFCH (2013-2014 – SIG-Tierras)

## f. Índice de vegetación NDVI

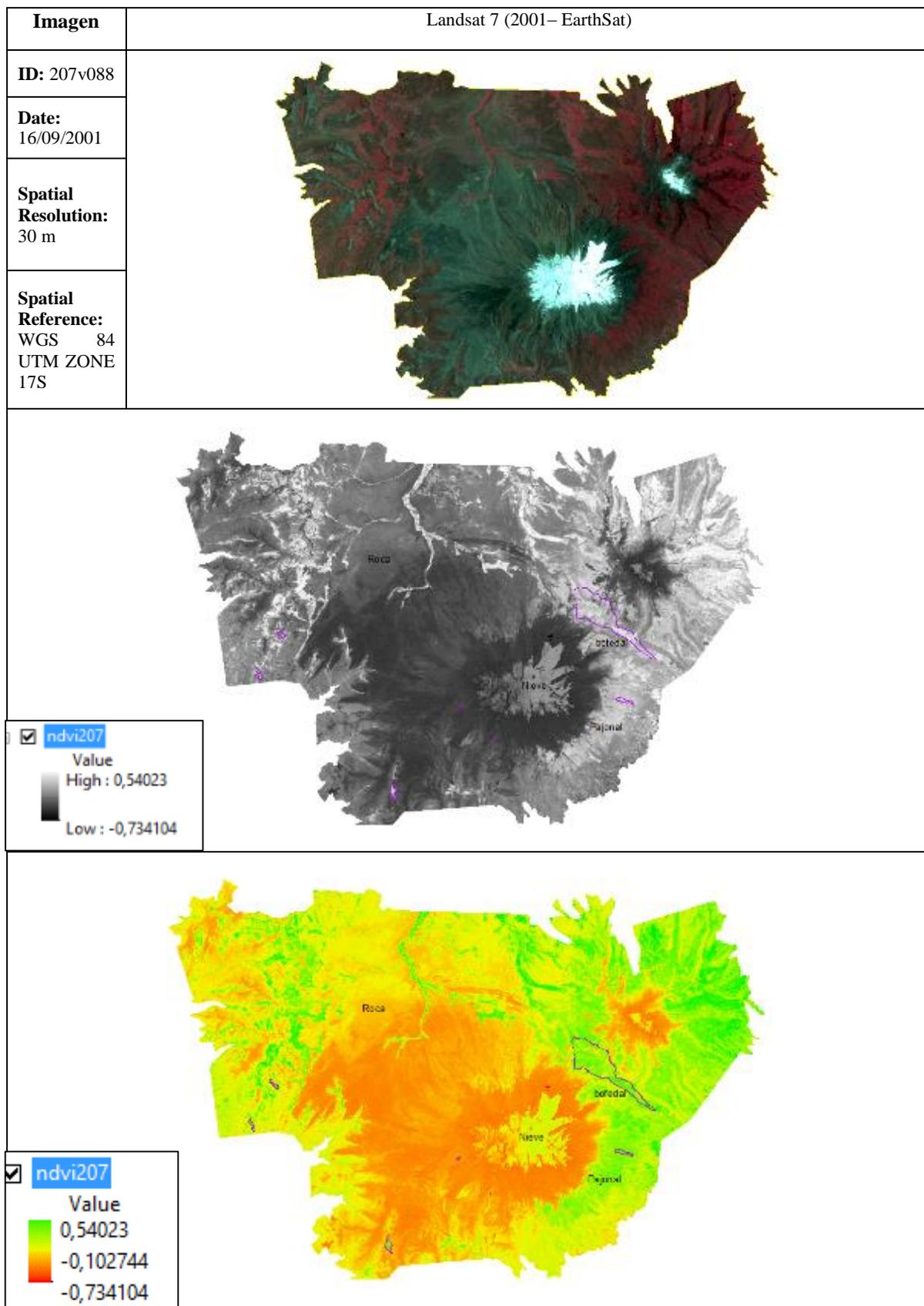
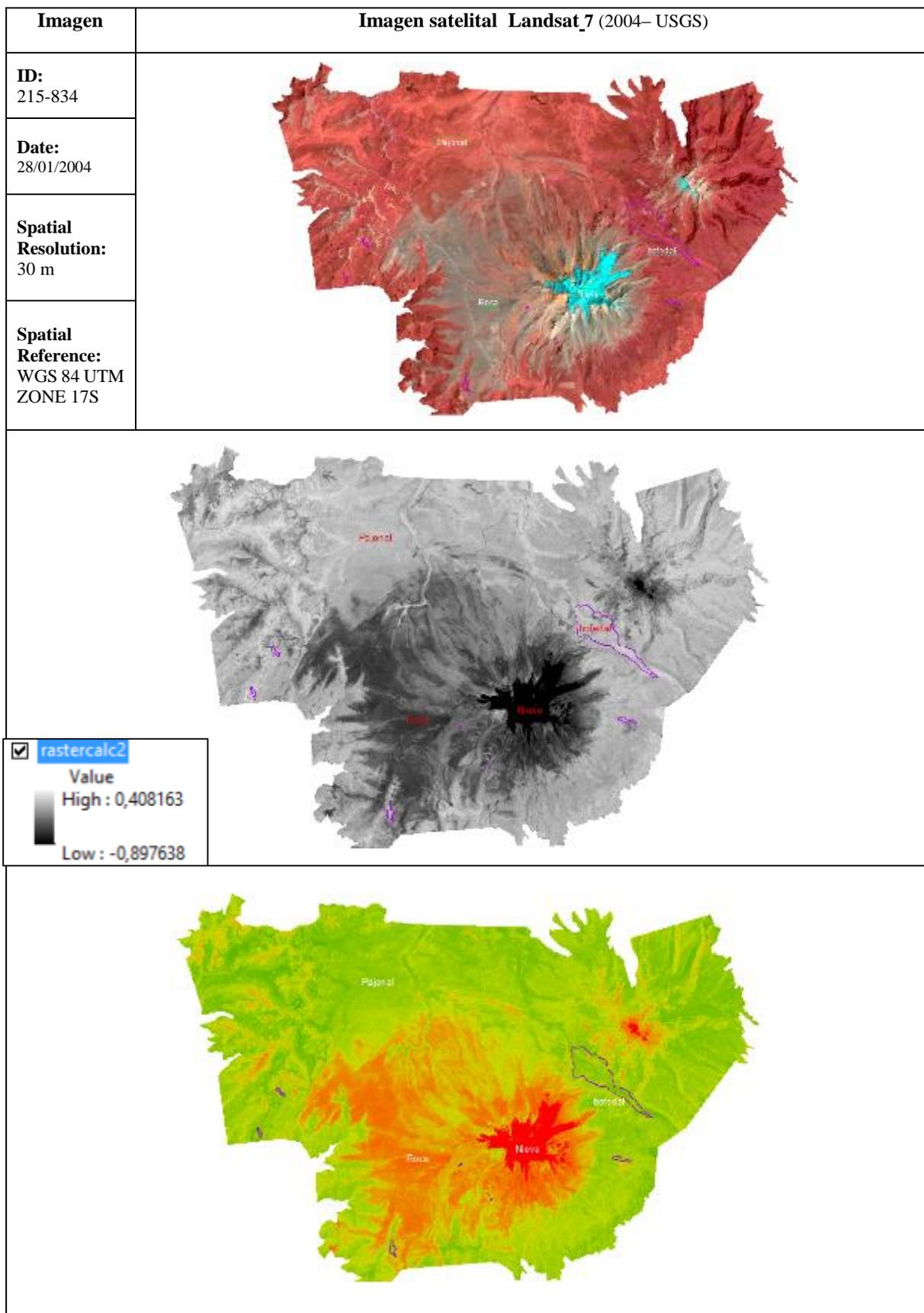
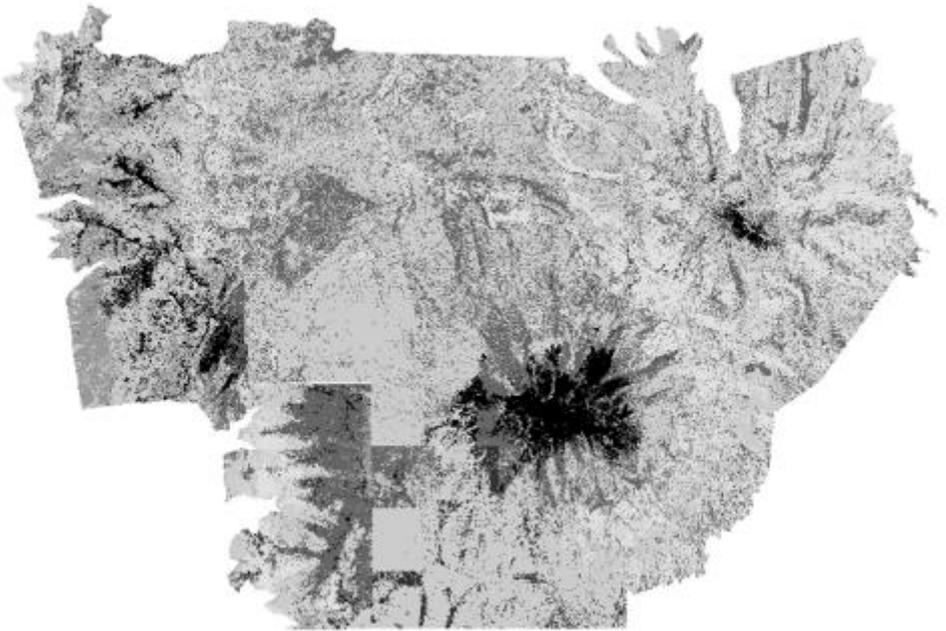


Fig. 17 NDVI de la RPFCH (2001– EarthSat)



**Fig. 18** NDVI - RPFCH (2004– USGS)

Imagen	<u>Ortofoto</u>
<b>ID:</b> Ortofoto	
<b>Date:</b> 2013-2014	
<b>Spatial Resolution:</b> 0.5 m	
<b>Spatial Reference:</b> WGS 84 UTM ZONE 17S	
<b>NDVI RPFCH:</b> ortofoto	
<b>NDVI</b>	<p data-bbox="429 1733 1412 1800">La distribución de vegetación arbustiva de páramos y humedales está ampliamente extendida a lo largo de toda la reserva.</p>

**Fig. 19** NDVI - Ortofoto RPFCH (2013-2014 – SIG-Tierras)

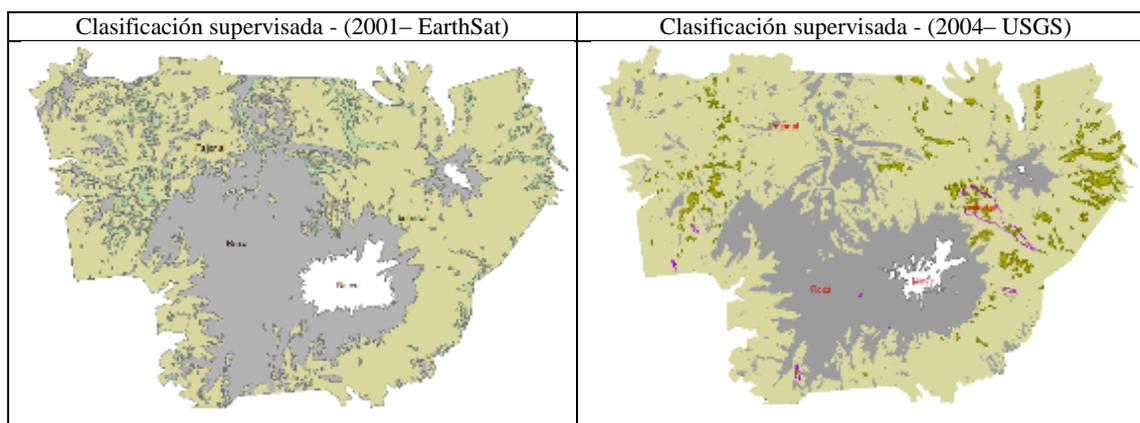
## 6.5 Interpretación y clasificación de la Cobertura vegetal

En base al procesamiento de clasificación de cobertura se discriminó cuatro clases para los años 2001 y 2004, Nieve, Roca, Pajonal, Bofedal

**Tabla 11.** Resultados de la clasificación supervisada y no supervisada.

CLASE	No supervisada				Supervisada			
	2001	2004	diferencia	%	2001	2004	diferencia	%
Nieve	2086,99	989,22	1097,77	52,60	2067,39	715,17	1352,22	65,41
Roca	21356,25	15231,48	6124,77	28,68	17563,38	16858,62	704,76	4,01
Pajonal	12996,74	1431,20	11565,54	88,99	30481,91	33624,09	-3142,18	-10,31
Bofedal	16234,35	27147,51	-10913,16	-67,22	2566,50	1483,94	1082,56	42,18

La clasificación no supervisada refleja datos altos de bofedales esto se debe que esta clasificación agrupa la mayoría de unidades vegetales en una misma clase.



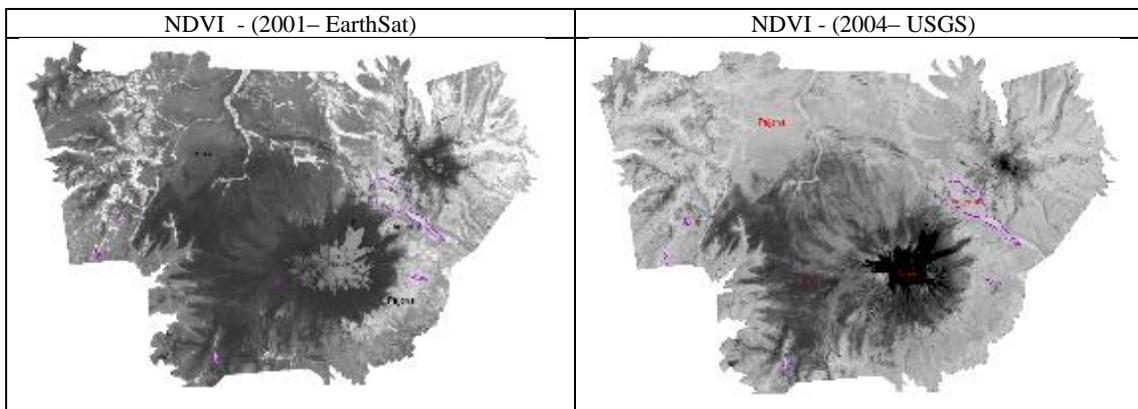
**Fig. 20** Clasificación Supervisada RPFCH

La clasificación supervisada presenta datos más fiables presente en la Reserva y discrimina mejor las unidades estudiadas dando valores para el año 2001: 2566.50 ha y para 2004: 1483.94, presentando una reducción en 4 años de 1082.56 ha., siendo un 42% aproximadamente de pérdida de Bofedales.

Los siete bofedales del estudio representan el 5.14% (55.6 ha) del total Bofedales al 2004 presentes en la reserva.

Estos resultados se pueden justificar con el aumento de pajonal en la reserva incluso en la zonas rocosas se ve un aumento de vegetación en la Reserva.

Esto se valida también con la diferencia de imágenes NDVI donde en el 2004 se refleja un aumento de vegetación ante la reducción de las otras clases.



**Fig. 21** NDVI - Ortofoto RPFCH

Procesar imágenes para identificación de los bofedales de la etapa uno y dos y compararlos para la caracterización de la vegetación de los bofedales en el terreno y aplicar en base a la respuesta espectral de vegetación una clasificación óptima para los distintos tipos de vegetación, y específicamente conocer la extensión de los bofedales presentes en la Reserva, con el fin de inferir mejor la distribución de vicuñas.

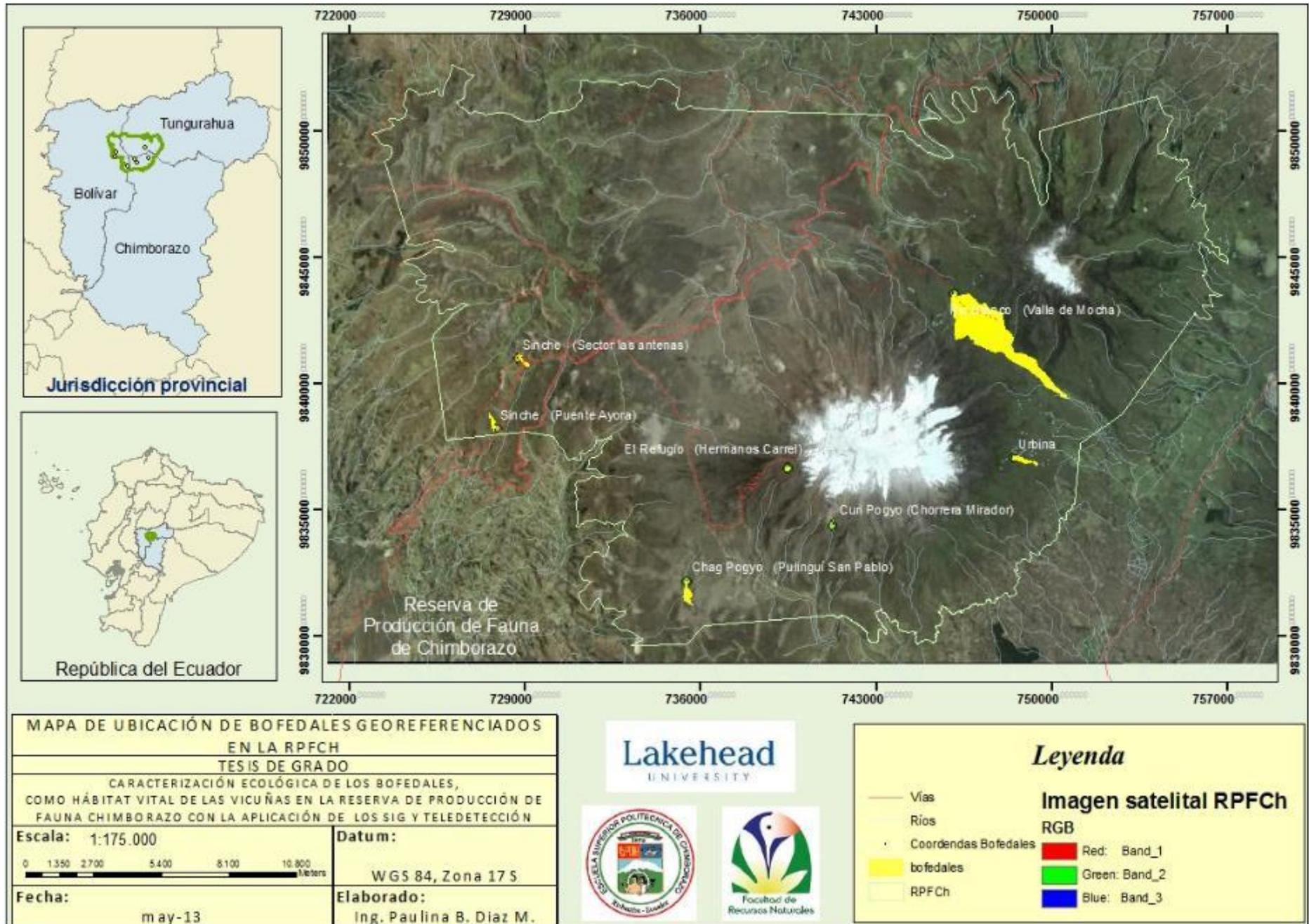
## **6.6 Elaboración de los mapas base y temáticos**

### **a. Mapa base**

La construcción del mapa base constará de los siguientes elementos: límites geográficos y ubicación de la Reserva Chimborazo.

El mapa de ubicación y distribución global de los bofedales, se elaboró a escala 1:175.000 y en base a imágenes satelitales interpretadas y digitalizadas, donde se incorporaron información de la clasificación de tipos de bofedales, la leyenda respectiva e información relevante referida a centros poblados, caminos, cuerpos de agua, nevados o glaciares, de la cartografía base del (MAE 2012).

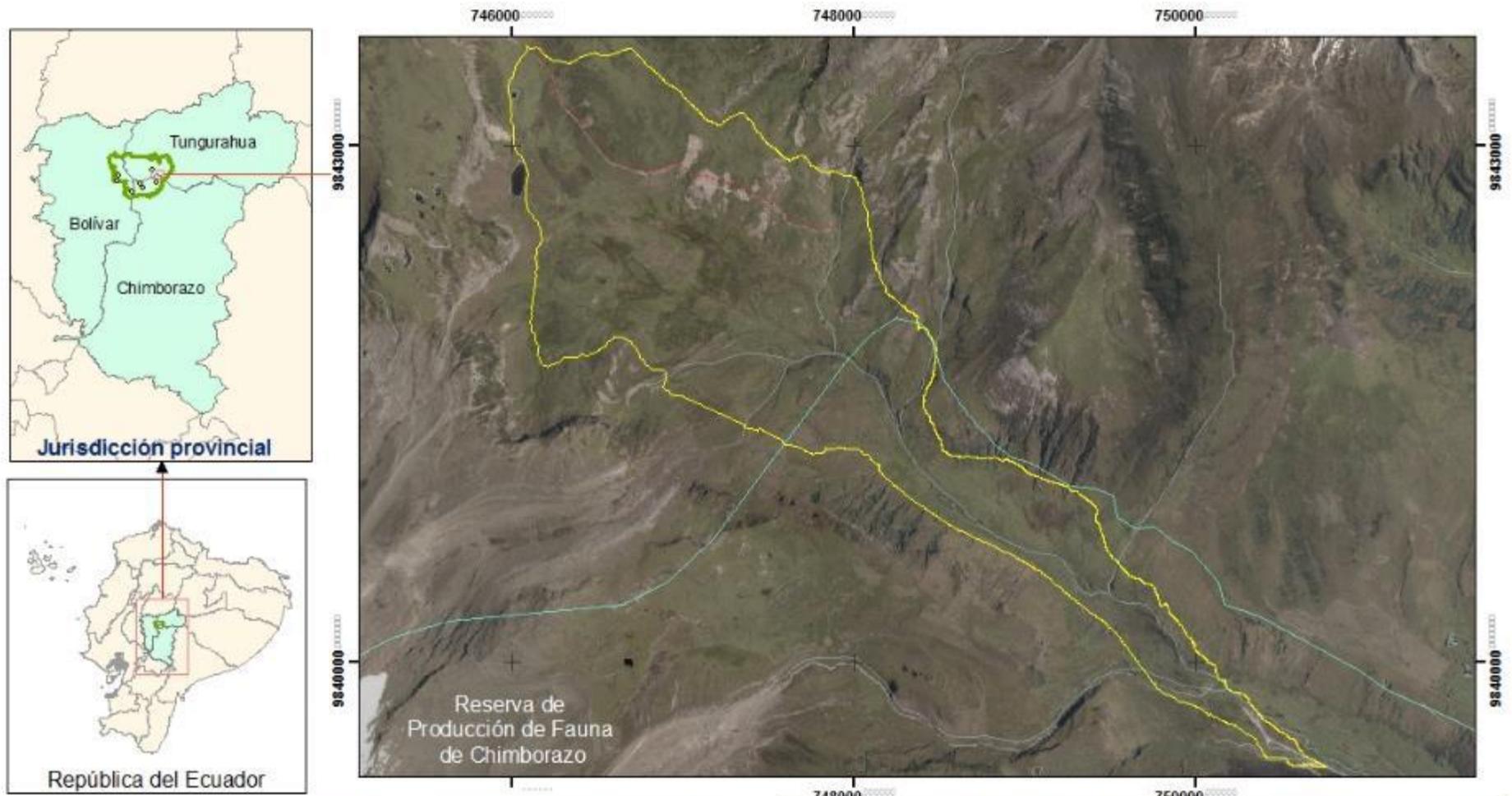
**Mapa 2.** Mapas de ubicación de los bofedales georreferenciados in –situ.



### **b. Mapas temáticos**

Los mapas temáticos que corresponden a la caracterización de bofedales por tipo, fueron elaborados a escalas diferentes para cada bofedal pues debido a su diferencia de tamaño no se pueden discriminar a todos por igual. Estos mapas, contienen el detalle de los diferentes estratos identificados y evaluados en campo. Al igual que en el mapa de 1:175.000, si corresponde y si se dispone de información, también se entregara un mapa de suelos.

La edición e impresión final de los mapas arriba señalados, se hizo bajo las normas de cartografía convencional, y para los fines de convengan a para la presentación del presente estudio, se ha elaborado en formato digital bajo el entorno de ArcGIS 10.1



**LEYENDA**

- Vías
- Ríos
- Rio Blanco
- 472,26 ha
- RPFCh
- 52683,27 ha
- Provincias
- República del Ecuador
- Ortofoto RPFCh**
- RGB**
- Red: Band\_1
- Green: Band\_2
- Blue: Band\_3

**Lakehead**  
UNIVERSITY

Facultad de Recursos Naturales

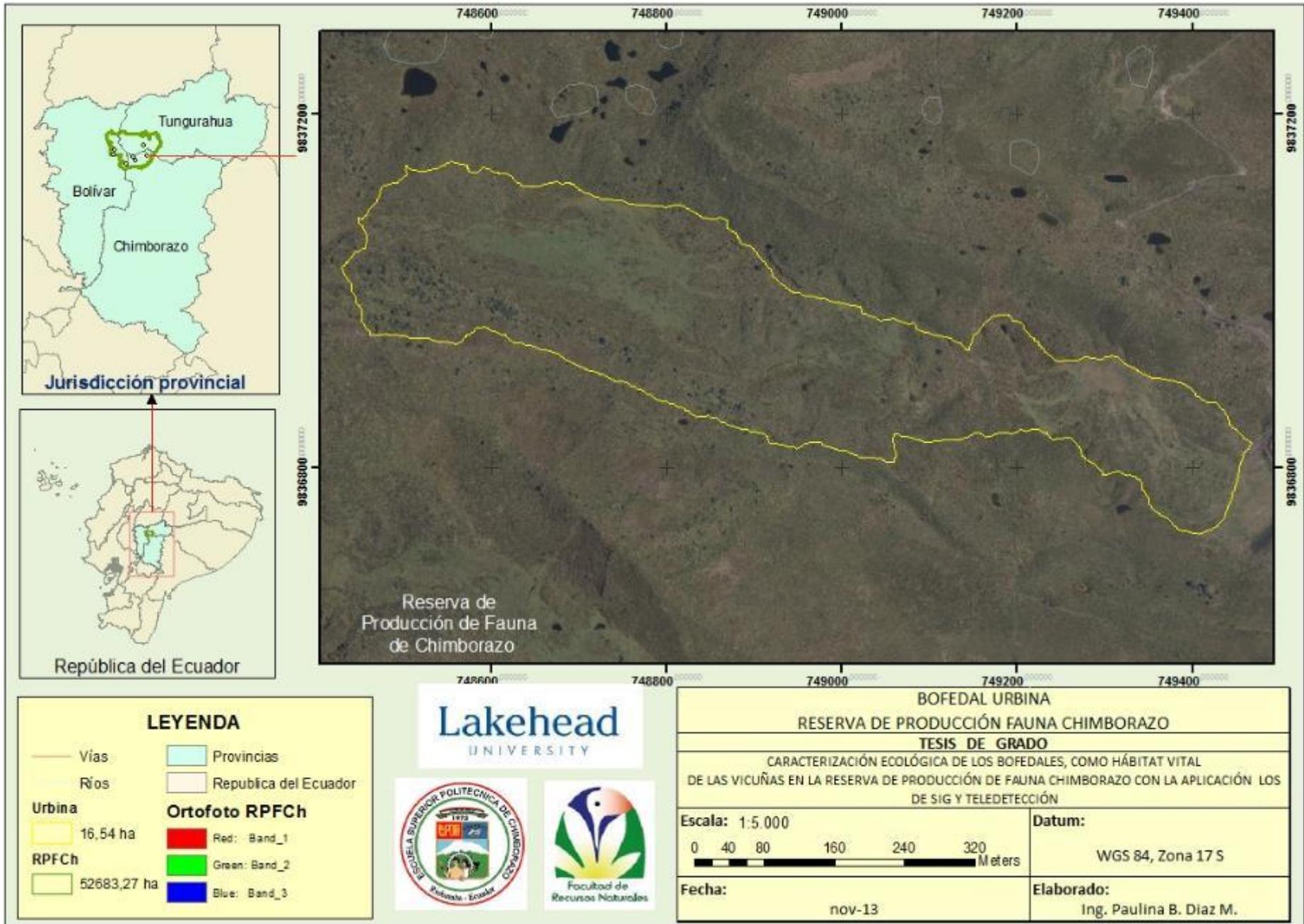
**BOFEDAL RIO BLANCO (Valle Mocha)**  
**RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNA CHIMBORAZO**  
**TESIS DE GRADO**  
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS BOFEDALES, COMO HÁBITAT VITAL DE LAS VICUÑAS EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO CON LA APLICACIÓN DE SIG Y TELEDETECCIÓN

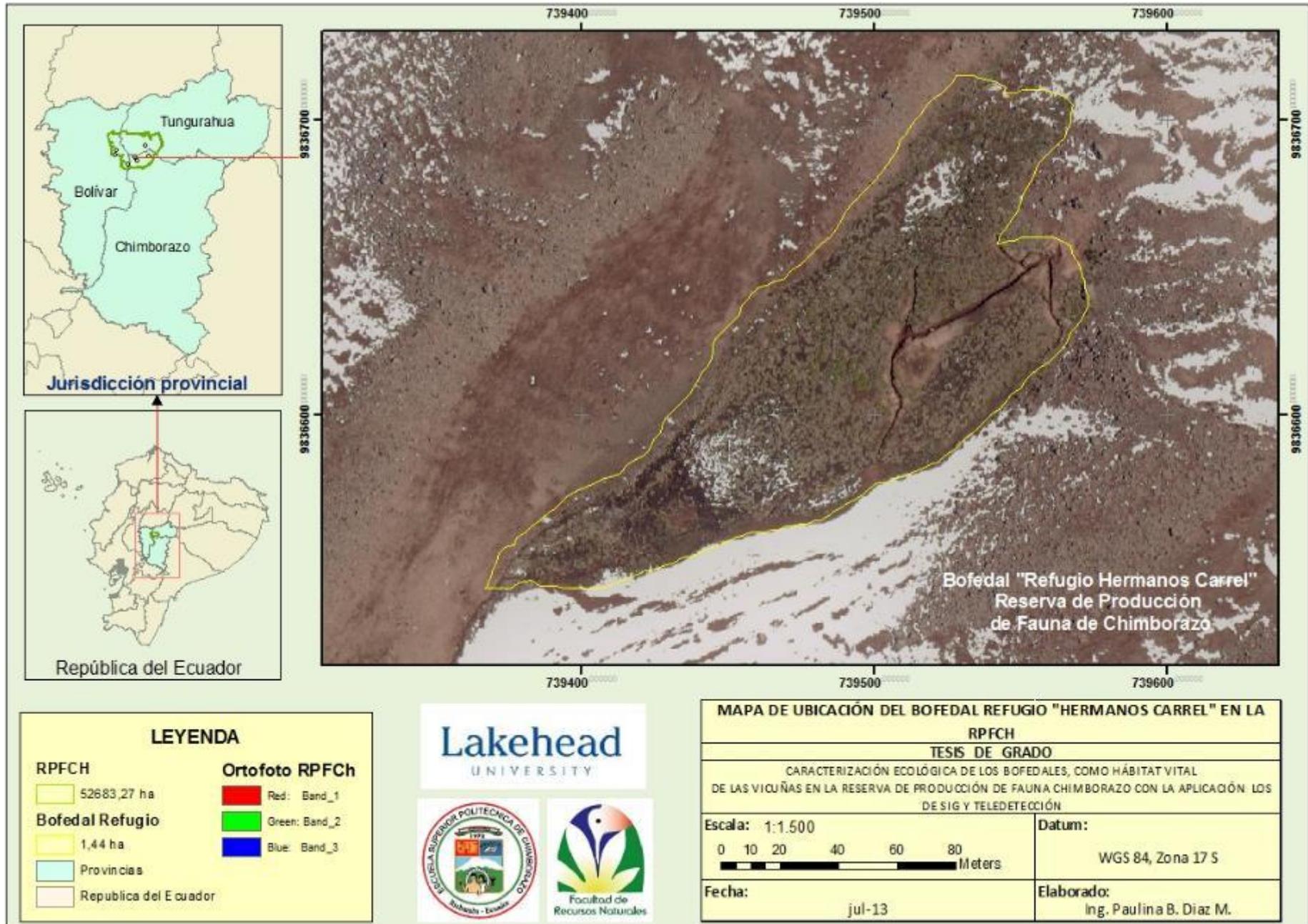
**Escala:** 1:30.000  
0 240 480 960 1.440 1.920 Meters

**Datum:** WGS 84, Zona 17 S

**Fecha:** nov-13

**Elaborado:** Ing. Paulina B. Diaz M.

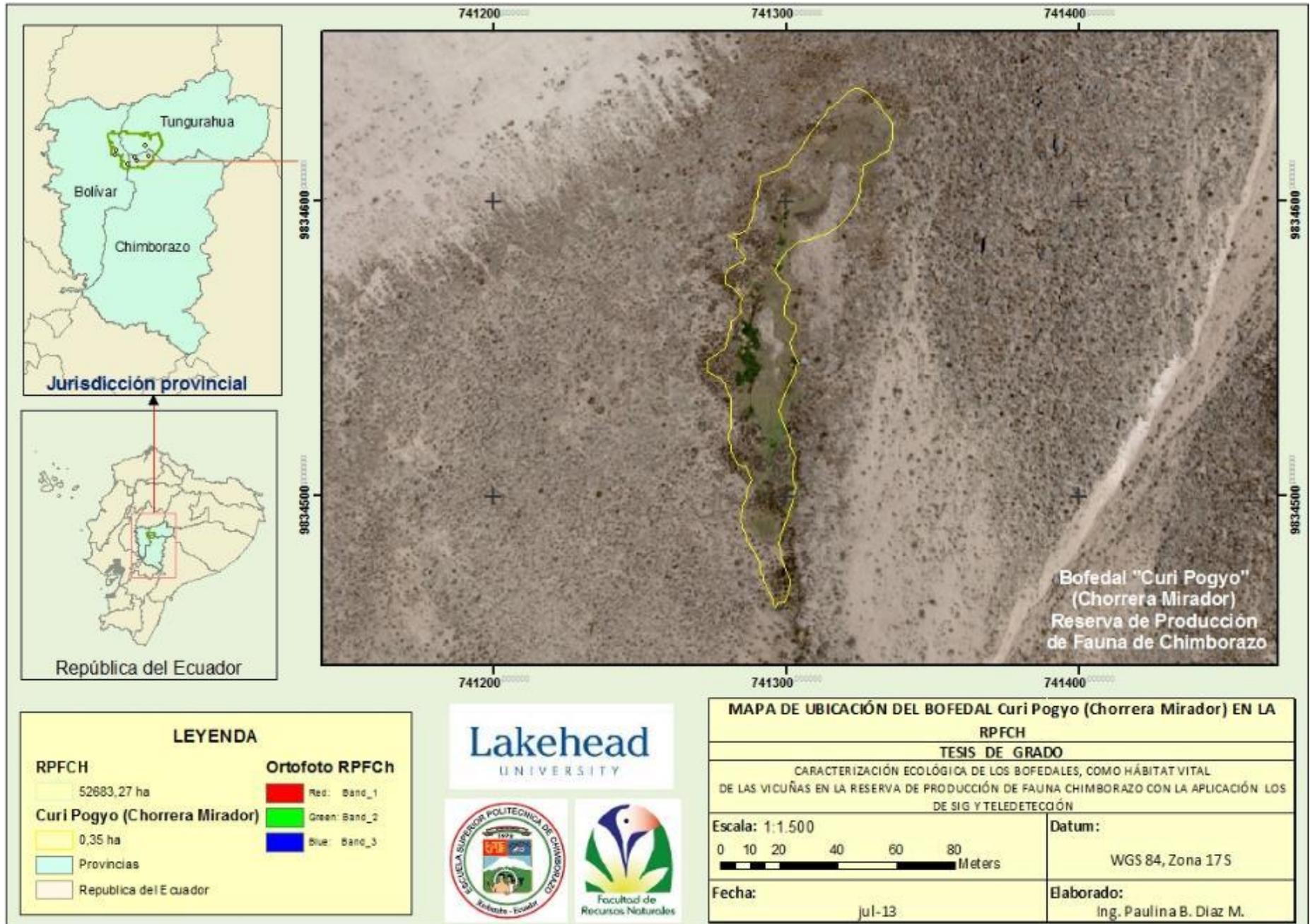


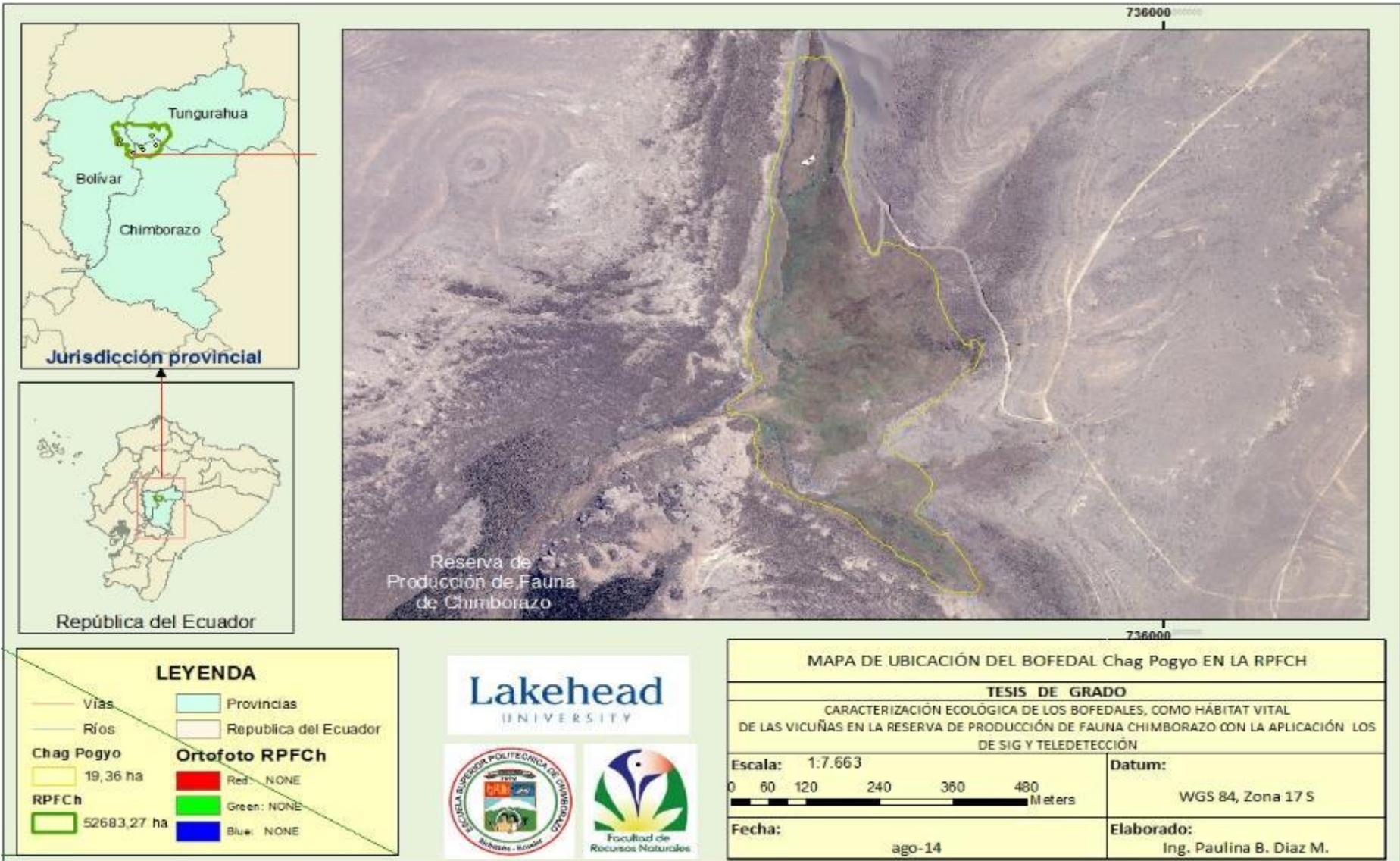


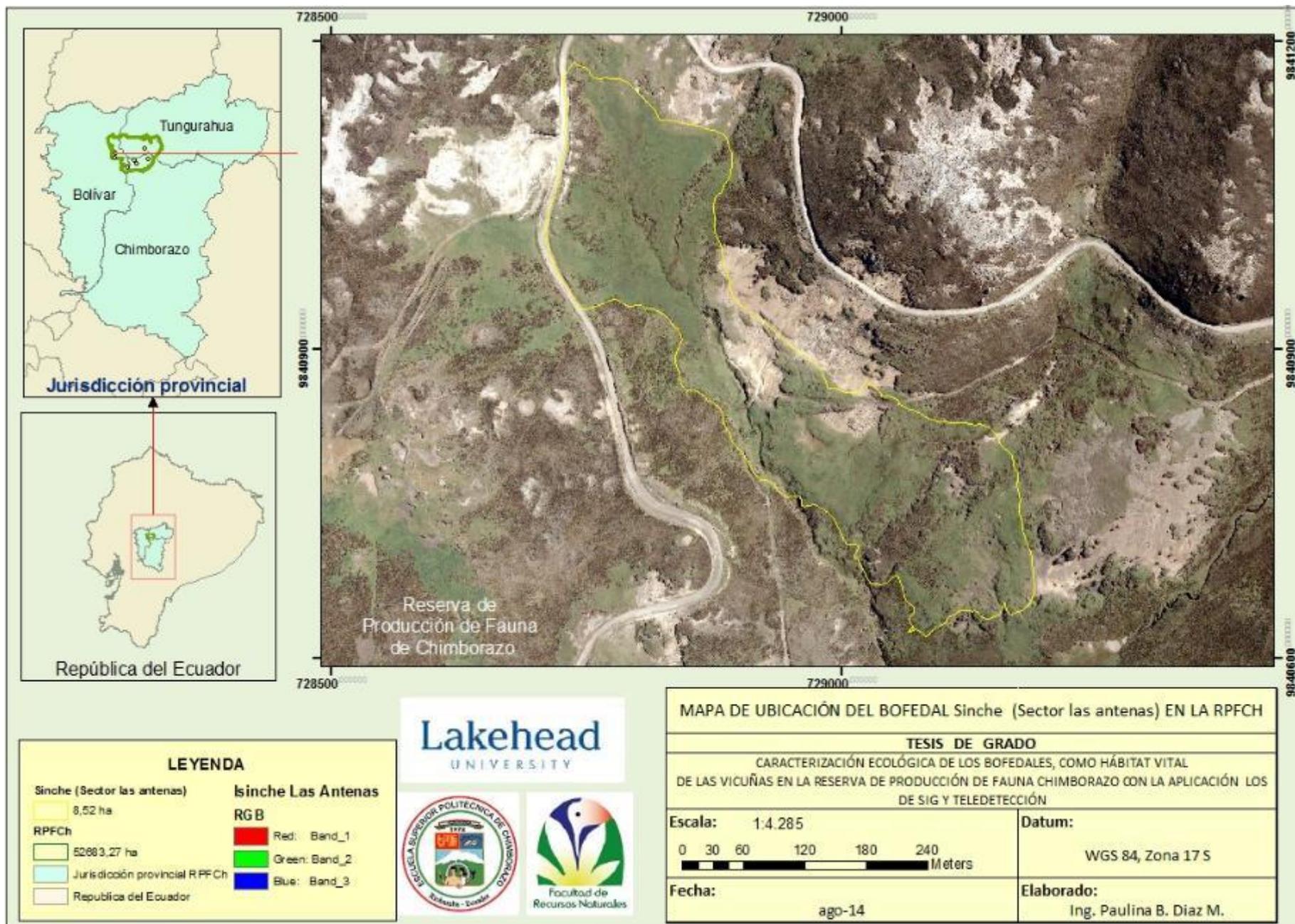
LEYENDA	
<b>RPFCH</b>	<b>Ortofoto RPFCh</b>
52683,27 ha	Red: Band_1
<b>Bofedal Refugio</b>	Green: Band_2
1,44 ha	Blue: Band_3
Provincias	
Republica del Ecuador	

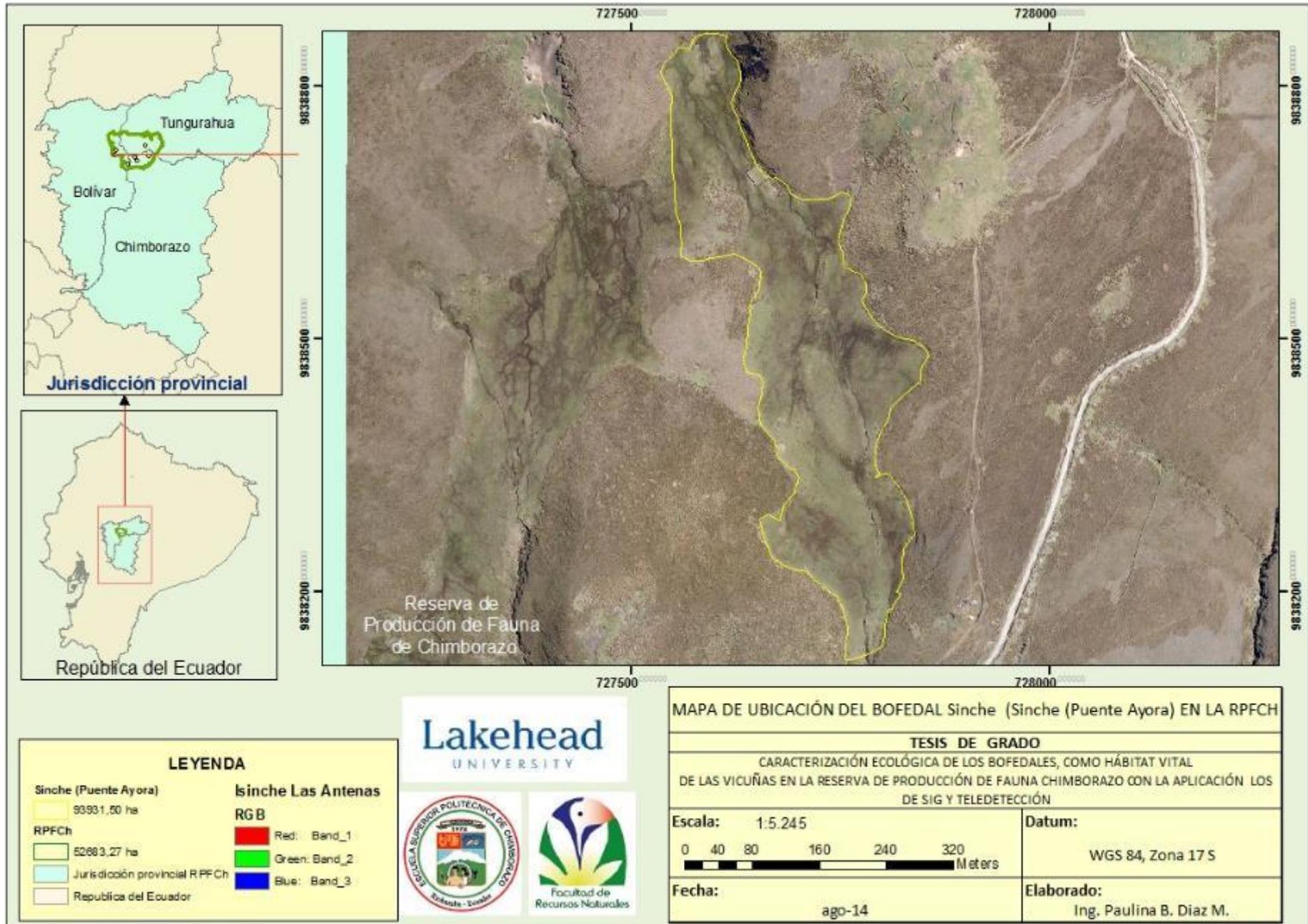


<b>MAPA DE UBICACIÓN DEL BOFEDAL REFUGIO "HERMANOS CARREL" EN LA RPFCH</b>	
<b>TESIS DE GRADO</b>	
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS BOFEDALES, COMO HÁBITAT VITAL DE LAS VICUÑAS EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO CON LA APLICACIÓN: LOS DE SIG Y TELEDETECCIÓN	
Escala: 1:1.500	Datum:
0 10 20 40 60 80 Meters	WGS 84, Zona 17 S
Fecha: jul-13	Elaborado: Ing. Paulina B. Diaz M.









**LEYENDA**

Sinche (Puente Ayora)	Sinche Las Antenas
93931,50 ha	RGB
RPFCh	Red: Band_1
52883,27 ha	Green: Band_2
Jurisdicción provincial RPFCh	Blue: Band_3
República del Ecuador	

**Lakehead UNIVERSITY**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
Facultad de Recursos Naturales

**MAPA DE UBICACIÓN DEL BOFEDAL Sinche (Sinche (Puente Ayora) EN LA RPFCh**

**TESIS DE GRADO**

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS BOFEDALES, COMO HÁBITAT VITAL DE LAS VICUÑAS EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO CON LA APLICACIÓN DE SIG Y TELEDETECCIÓN

Escala: 1:5.245	Datum: WGS 84, Zona 17 S
0 40 80 160 240 320 Meters	
Fecha: ago-14	Elaborado: Ing. Paulina B. Diaz M.

## 6.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados más destacables a nivel individual de cada bofedal, con el fin de mostrar la mayor claridad posible.

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	Resultados suelos	Resultados agua	z	Escala de mapa
1	Río Blanco	Valle de Mocha	Tungurahua	472, 26	suelos ácidos, con % Materia orgánica, Potasio y fósforo alto, NH4 medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y potasio bajo.	4400	1:30000



El bofedal Río Blanco (Valle de Mocha)

De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural grande de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado de los deshielos del Chimborazo y Carihuairazo o aguas subterráneas y precipitaciones pluviales

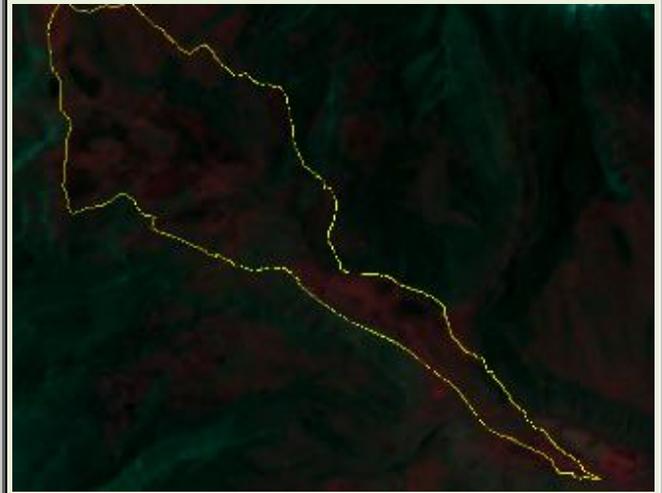
permanentes es decir presentan un régimen de humedad údico en la zona, con pH ácido como lo demuestra los análisis químicos. El fenómeno de eutrofización se presenta por el alto contenido retenido de fósforo.



**2001**– EarthSat

(combinación de Bandas 432)

El color verde determina la presencia de los bofedales y áreas húmedas en esta zona. Y la baja densidad de áreas de pajonal representados por el color rojo brillante.



**2004**– USGS

(combinación de Bandas 432)

Predomina el color rojo lo cual indica presencia de pajonal seco por el color rojo oscuro, y la presencia de humedales está muy limitado por zonas de color verde.



**2014**– SIG-Tierras

(combinación de Bandas 432)

En la ortofoto los bofedales se presentan de color magenta, a lo largo del bofedal.

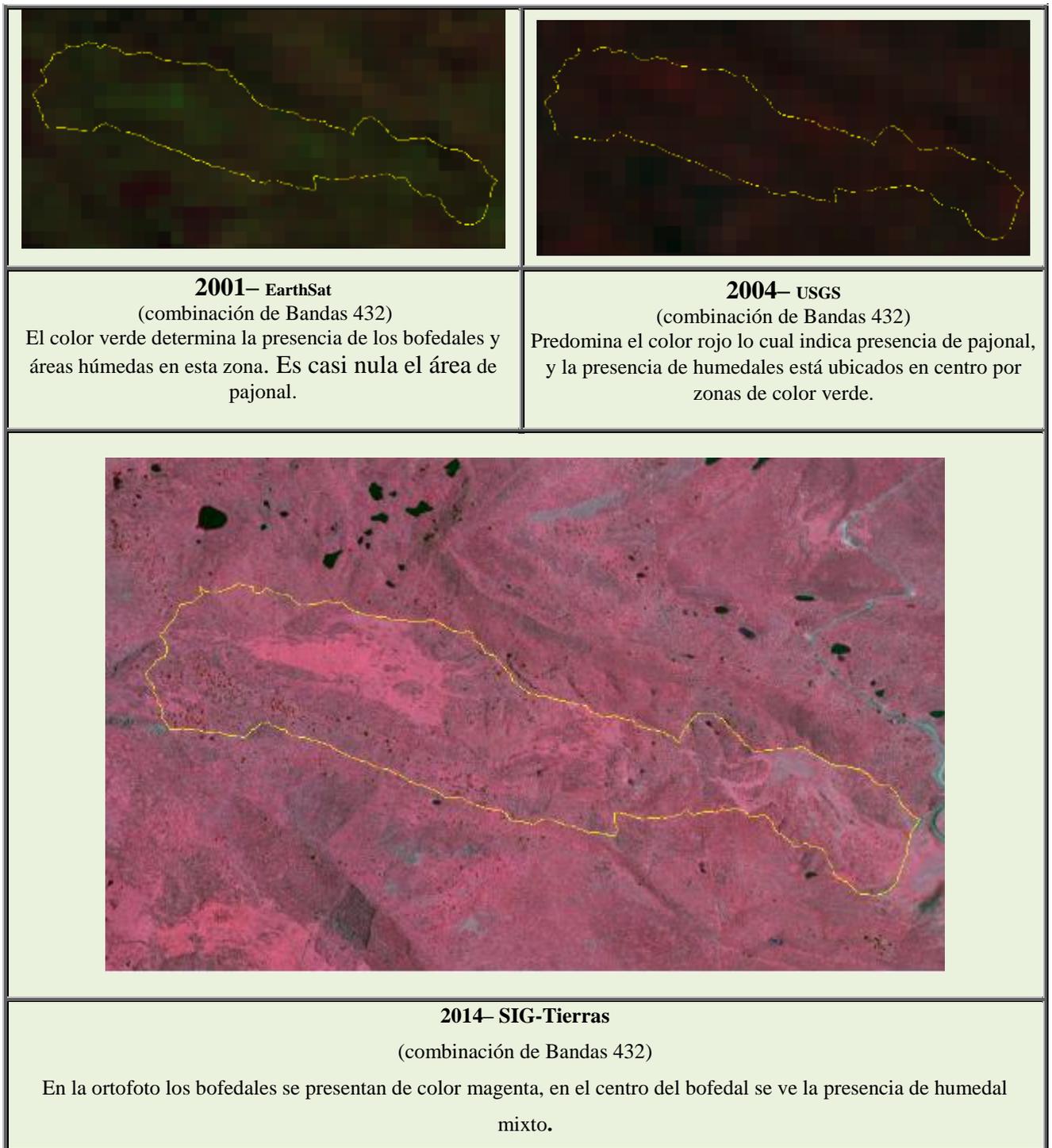
**Fig. 22** Ficha de resultados El bofedal Río Blanco (Valle de Mocha) - RPFCH

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	Resultados suelos	Resultados agua	z	Escala de mapa
2	Quebrada Toni	Urbina	Chimborazo	16,54	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH <sub>4</sub> y fósforo medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salina y potasio medio.	4301	1:5000



#### **El bofedal Quebrada Toni (Urbina)**

De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural grande de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado de aguas subterráneas y precipitaciones pluviales estacionales, con pH ácido como lo que corrobora los análisis químicos.



**Fig. 23** Ficha de resultados bofedal Quebrada Toni (Urbina) - RPFCH

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	Resultados suelos	Resultados agua	z	Escala de mapa
3	El Refugio (Hermanos Carrel)	Nevado Chimborazo	Chimborazo	1,44	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH4 bajo y fósforo medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y Potasio medio	4800	1:1300



**El bofedal El Refugio - (Hermanos Carrel)**

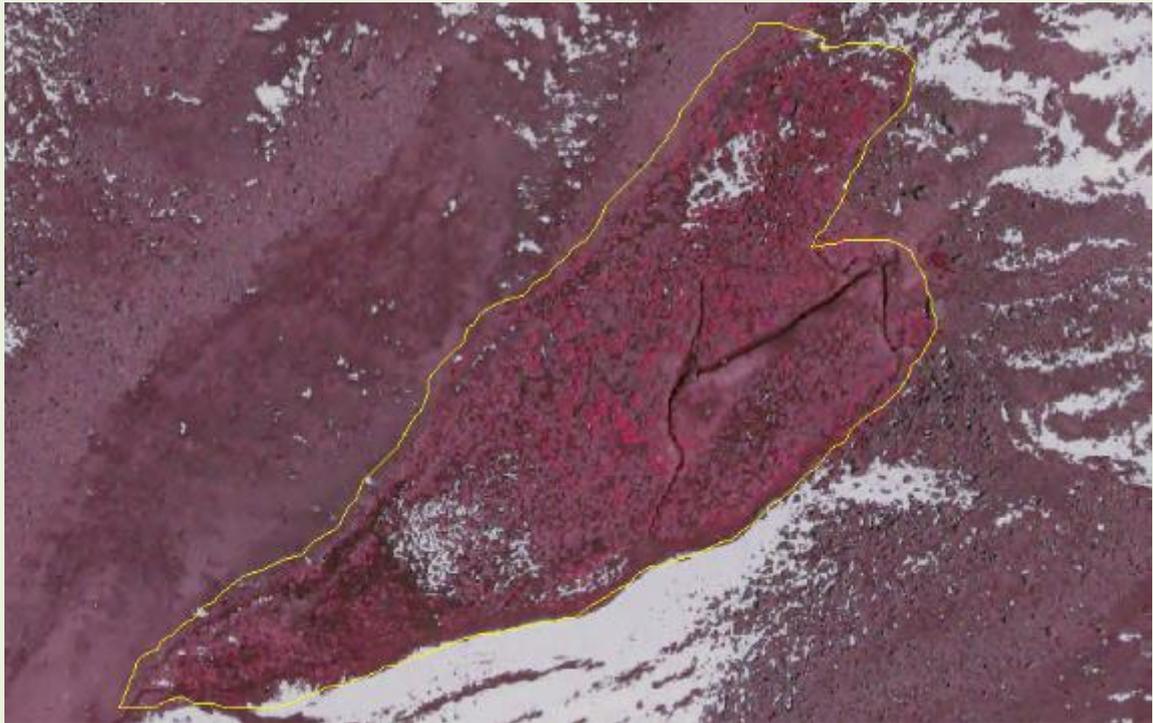
De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado manantiales que atraviesa la zona del bofedal.



**2001– EarthSat**  
(combinación de Bandas 432)  
Es casi nula el área de bofedal.



**2004– USGS**  
(combinación de Bandas 432)  
El color verde es predominante, indicativo de bofedales.



**2014– SIG-Tierras**  
(combinación de Bandas 432)

En la ortofoto los bofedales se presentan de color magenta, y rojo oscuro que se destruyen uniformemente en el área georreferenciado, representa claramente un bofedal mixto.

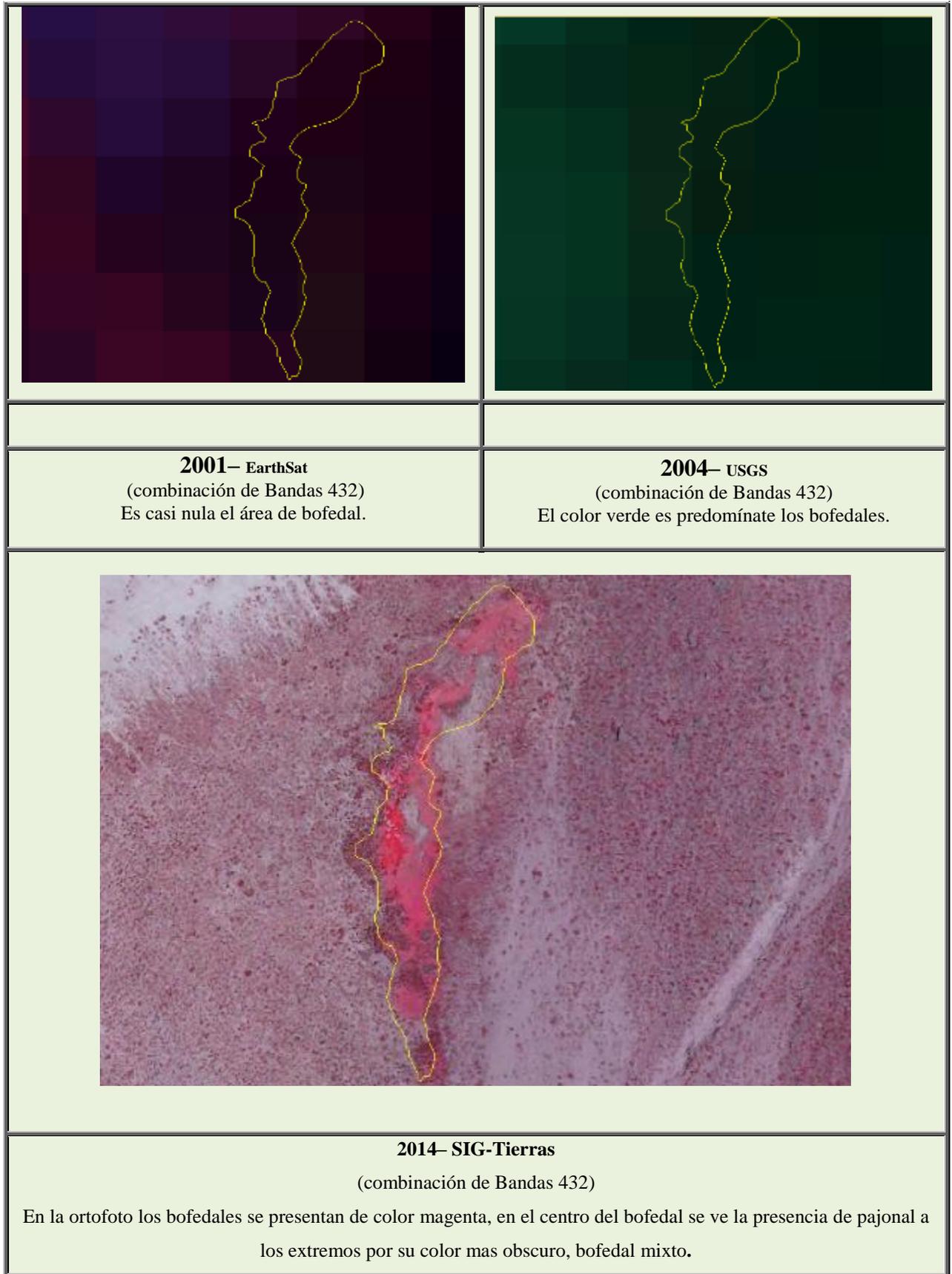
**Fig. 24** Ficha de resultados bofedal Quebrada Toni (Urbina) - RPFCH

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	Resultados suelos	Resultados agua	z	Escala de mapa
4	Curi Pogyo (Chorrera Mirador)	Nevado Chimborazo	Chimborazo	0,34	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH4 bajo y fósforo medio	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	4523	1:1500



#### **El bofedal Curi Pogyo - (Chorrera Mirador)**

De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado manantiales que atraviesa la zona del bofedal, con pH ácido como lo que corrobora los análisis químicos.



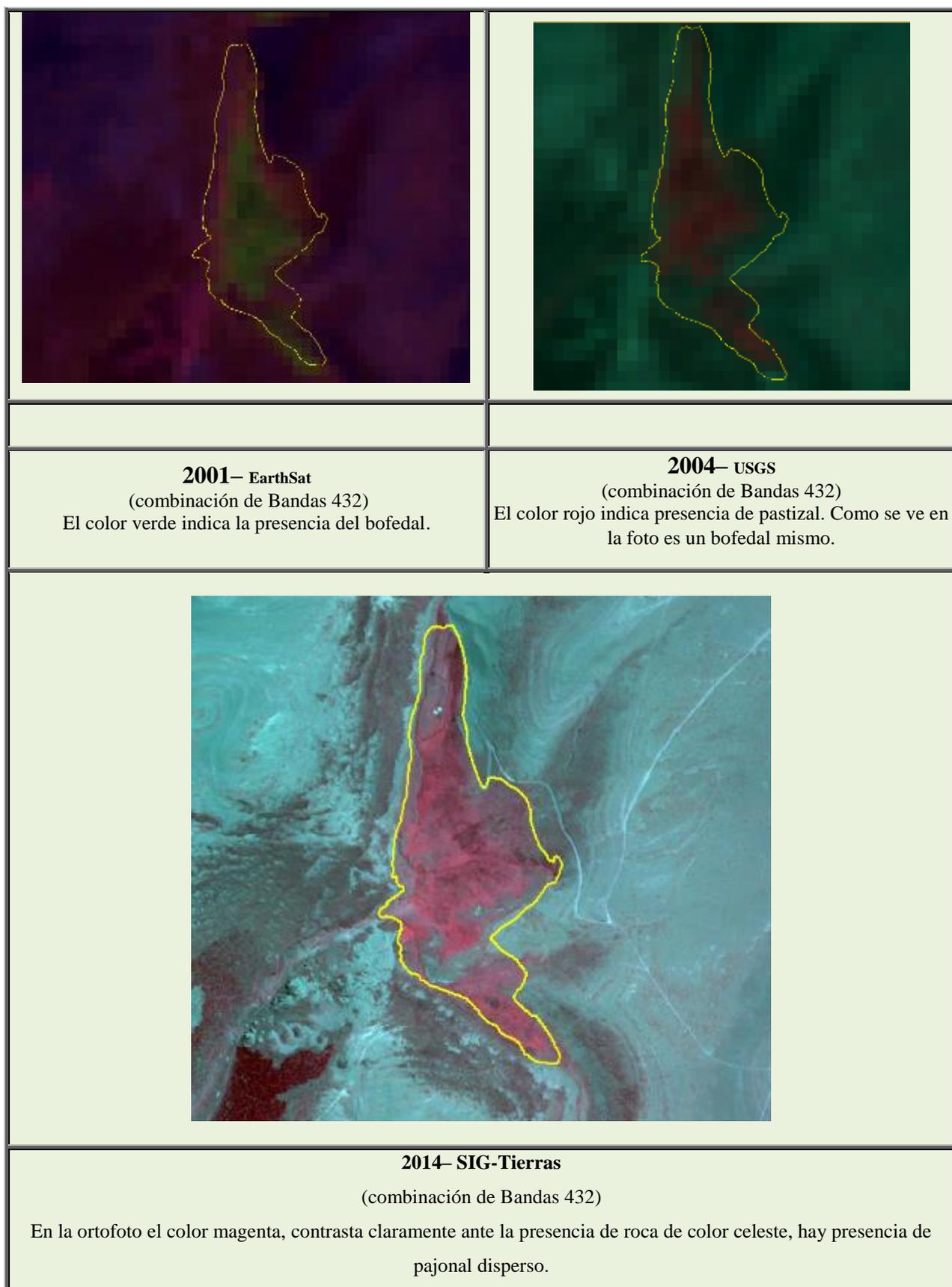
**Fig. 25** Ficha de resultados bofedal Curi Pogyo (Chorrera Mirador)- RPFCH

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	Resultados suelos	Resultados agua	z	Escala de mapa
5	Chag Pogyo	Pulinguí San Pablo	Bolívar	19,36	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH4 bajo y fósforo medio	pH ligeramente alcalino, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	4064	1:10000



#### El bofedal Chag Pogyo

De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de valle, Altiplánicos por presentarse por debajo de los 4.100 m.s.n.m. Formado por precipitaciones pluviales, con pH alcalino.



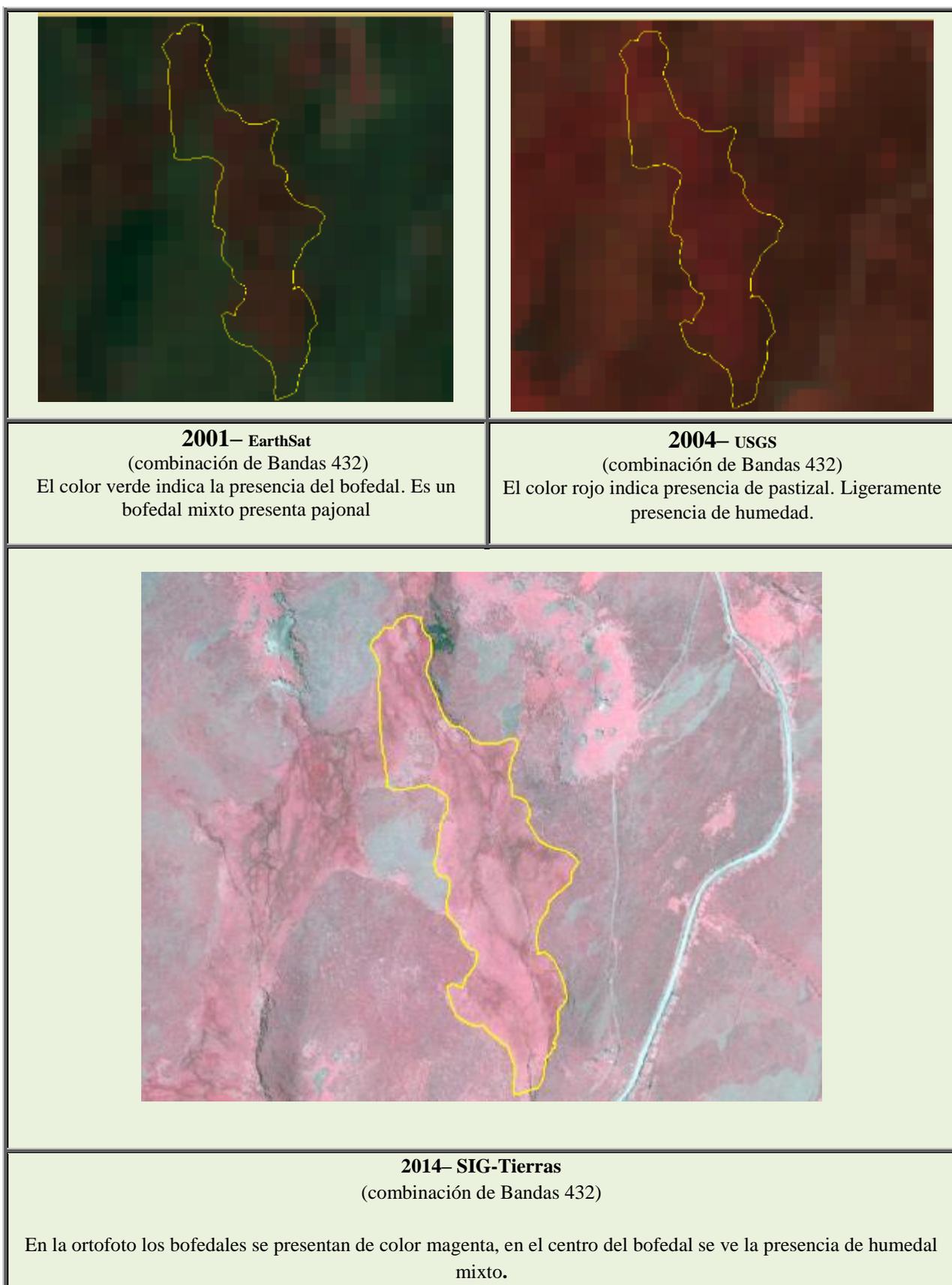
**Fig. 26** Ficha de resultados bofedal Chag Pogyo - RPFCH

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	Resultados suelos	Resultados agua	z	Escala de mapa
6	Sinche1	Sinche (Sector las antenas)	Bolívar	8,53	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH4 bajo y fósforo bajo	pH ligeramente ácido, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	4167	1:5000



**El bofedal Sinche - (Sector las antenas)**

De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de valle, Altiplánicos por presentarse por debajo de los 4.100 m.s.n.m. Formado por precipitaciones pluviales, con pH alcalino.



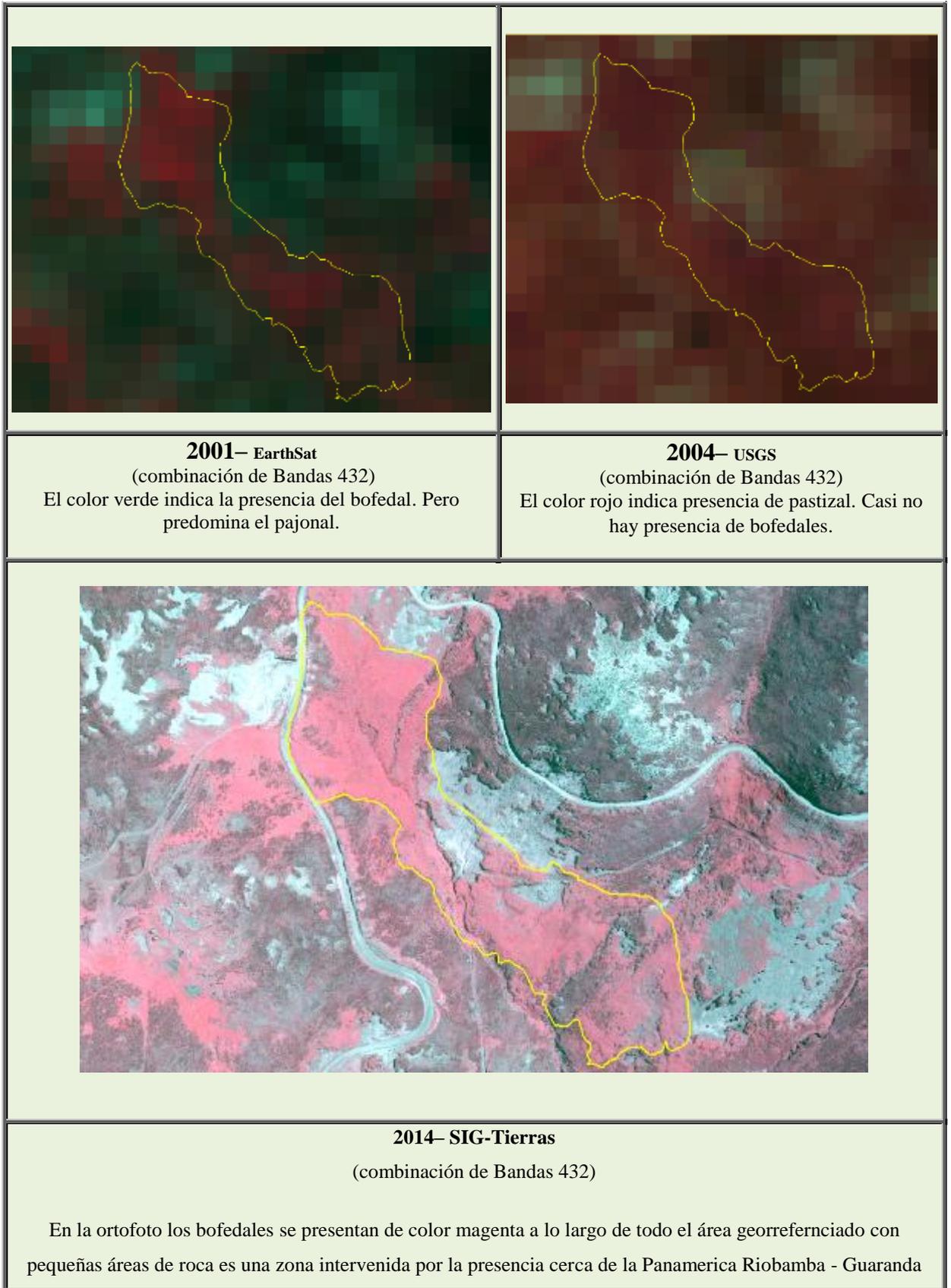
**Fig. 27** Ficha de resultados bofedal Sinche - (Sector las antenas)- RPFCH

N.	Nombre del Bofedal	Sector	Provincia	Área (ha)	Resultados suelos	Resultados agua	z	Escala de mapa
7	Sinche2	Sinche (Puente Ayora)	Bolívar	9,39	suelos ácidos, con % Materia orgánica y Potasio alto, NH4 bajo y fósforo medio	pH neutro, conductividad eléctrica no salino y Potasio bajo	3981	1:5000



**El bofedal Sinche - (Puente Ayora)**

(Puente Ayora) De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural grande de valle, Altiplánicos por presentarse por debajo de los 4.100 m.s.n.m. Formado por precipitaciones pluviales, con pH neutro.



**Fig. 28** Ficha de resultados bofedal Sinche (Puente Ayora) - RPFCH

## CAPÍTULO V

### 7. CONCLUSIONES

- ❖ Se identificó y georreferenció siete bofedales dentro del área de estudio siendo un total de 55,66 ha aproximadamente de bofedales visitados in-situ y estudiados mediante teledetección, representando solamente un 0,098 % del área total (56653, 27 ha.) de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.
- ❖ En la jurisdicción de Tungurahua se estudió un Bofedal: Río Blanco, sector Valle de Mocha, tiene un área aproximada de 472,26 ha a una altura aproximada de 4400 m.s.n.m., este es el bofedal de mayor área georreferenciados in situ.
- ❖ En la jurisdicción de la Provincia de Chimborazo se trabajó con tres bofedales: Bofedal Quebrada Toni, sector Urbina, tiene un área aproximada de 16,74 ha y se ubica a una altura de 4301 msnm; bofedal El Refugio (Hermanos Carrel), en el Nevado Chimborazo con un área aproximada de 1,44 ha., este bofedal es el de mayor altura georreferenciada con 4800 m.s.n.m.; y el bofedal Curi Pogyo, Chorrera Mirador, con un área aproximada de 0,34 ha., a una altura de 4523 m.s.n.m., este es el bofedal más pequeño pero como mucha diversidad en fauna y flora, es un lugar que alberga gran cantidad de quindes y vicuñas.
- ❖ Se ubicaron tres bofedales en la jurisdicción de Bolívar: el bofedal Chag Pogyo, Pulinguí San Pablo, con un área aproximada de 19,36 ha y a una altura de 4064 m.s.n.m.; Bofedal Sinche1, con un área aproximada de 8,53 ha y a una altura de 4167 msnm: y Sinche2, sector Puente Ayora, con un área aproximada de 9,39 ha y a una altura de 3981 msnm, este bofedal se ubica a una menor altura, siendo el único bofedal de altiplano.
- ❖ Se pudo establecer con las imágenes satelitales y su procesamiento que los bofedales en la reserva están ampliamente distribuidas.

- ❖ Se realizó procesamientos de imágenes tanto supervisada y no supervisada para toda el área de la RPFCH, evidenciando un mejor resultado de información con la clasificación supervisada.
- ❖ La clasificación supervisada presenta datos más fiables y representativos reales de la RPFCH discriminando mejor las unidades estudiadas dando valores para el año 2001: 2566.50 ha y para 2004: 1483.94 ha, presentando una reducción en 4 años de 1082.56 ha. siendo un 42% de pérdida de bofedales aproximadamente.
- ❖ Los siete bofedales del estudio representan el 5.14% (55.6 ha) del total Bofedales al 2004 (1483.94 ha) presentes en la reserva.
- ❖ Para el procesamiento de clasificación de cobertura se discriminó cuatro clases para los años 2001 y 2004, Nieve, Roca, Pajonal, Bofedal, misma que se sustenta con los resultados obtenidos del procesamiento de combinación de bandas que discrimina claramente las cuatro clases predominantes en la reserva en los dos años con las imágenes satelitales y la ortofoto del 2014.
- ❖ El estudio de las imágenes con NDVI refleja que en el 2004 presenta un aumento significativo de vegetación ante la reducción de las otras clases. Lo cual se corrobora con la ortofoto del 2014 que se ve un incremento de pajonal después del 2001 que ampliamente era representado por roca. El pajonal gana espacio tanto en las zonas de roca como en los bofedales.
- ❖ Se elaboraron nueve mapas dos de ubicación de bofedales y de zona de trabajo y siete de cada bofedal con su área y representación visual en la ortofoto para discriminar la presencia del bofedal.
- ❖ El bofedal Río Blanco (Valle de Mocha), de acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural grande de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado de los deshielos del Chimborazo y Carihuairazo o aguas subterráneas

y precipitaciones pluviales permanentes es decir presentan un régimen de humedad údico en la zona, con pH ácido como lo demuestra los análisis químicos. El fenómeno de eutrofización se presenta por el alto contenido retenido de fósforo.

- ❖ El bofedal Quebrada Toni (Urbina), De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural grande de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado de aguas subterráneas y precipitaciones pluviales estacionales, con pH ácido como lo que corrobora los análisis químicos.
- ❖ El bofedal El Refugio - (Hermanos Carrel), de acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado manantiales que atraviesa la zona del bofedal.
- ❖ El bofedal Curi Pogyo - (Chorrera Mirador), de acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de cordillera, altoandino por presentarse por encima de los 4.100 m.s.n.m. Formado manantiales que atraviesa la zona del bofedal, con pH ácido como lo que corrobora los análisis químicos.
- ❖ El bofedal Chag Pogyo, De acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de valle, Altiplánicos por presentarse por debajo de los 4.100 m.s.n.m. Formado por precipitaciones pluviales, con pH alcalino.
- ❖ El bofedal Chag Pogyo, de acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural pequeño de valle, Altiplánicos por presentarse por debajo de los 4.100 m.s.n.m. Formado por precipitaciones pluviales, con pH alcalino.
- ❖ El bofedal Sinche - (Puente Ayora), de acuerdo Cárdenas & Encina, 2008 es un bofedal natural grande de valle, Altiplánicos por presentarse por debajo de los 4.100 m.s.n.m. Formado por precipitaciones pluviales, con pH neutro.

## CAPÍTULO VI

### 8. RECOMENDACIONES

- ❖ Se sugiere ubicar otras áreas de estudio in-situ para discriminar mejor el procesamiento digital de imágenes y tener una mejor fiabilidad de los mismos.
- ❖ Para la clasificación de cobertura se sugiere trabajar con imágenes de satélite actualizadas para obtener datos actuales, y verificar la temporalidad en la mismas fechas, estaciones y poder compararlas adecuadamente no sólo por años si no también por estaciones y saber si la ausencia o presencia de las clases clasificadas se debe a la pérdida total o sólo a la presencia de otras clases predominantes en época de sequía o de humedad.
- ❖ Para una mejor clasificación es necesario tomar más puntos control de cada clase a clasificar para que los resultados sean lo más reales posible.
- ❖ Se sugiere trabajar con ortofotos homogéneas y del mismo período para evitar distorsión y posibles fallas al hacer mosaicos que producen errores de clasificación y pérdida de tiempo al salir errores, pues éstas imágenes toman mucho tiempo de ser procesadas.
- ❖ Las ortofotos con áreas grandes al ser procesadas van acumulando mucho espacio en los discos del computador, por lo se sugiere tener un disco sólo para este proceso y evitar se sature el computador con éste almacenamiento.

## 9. BIBIOGRAFÍA

- Kappas, M., Kleinn C., Slobada B., (Ed) (2007) Global Change Issues in Developing and Emerging Countries. Proceeding of 2ND Gottingen GIS and Remote Sensing Days 2006, 4 TH to 6 TH October, Gottingen, Germany. At the Georg-August-University Gottingen. Germany. pp 35-42, 73-82, 175-188, 371-382.
- Arnalich, S. (2010) GPS, Google, Earth y Cooperación Como crear, compartir y colaborar con mapas en red. 2da. Ed. Ediciones Arnalich. Water and Habitat, España. pp 8-36.
- Arnalich, S. (2010) GvSIG y Cooperación Como construir e incorporar un Sistemas de información Geográfica a tu proyecto. 2da. Ediciones Arnalich, Water and Hábitat, España. pp 8-36.
- Prieto G., Alzérreca H., Laura J., Luna D. y Laguna. S. (2002). Características y Distribución de los Bofedales en el Ámbito Boliviano del Sistema T.D.P.S. En: Rocha O. y C. Suárez (eds.). (2003). Pp. 117-150
- Izurieta, X. (2004). Los humedales de altura: ecosistemas por explorar y proteger. En: Mena Vásconez P. (ed.). 2004. Páramo y humedales. Serie Páramo N° 14. Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador (GTP). Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador.
- Cuesta-Camacho F., Peralvo M., Ganzenmüller A., Sáenz M., Novoa J., Riofrío G. y K. Beltrán. (2007). Identificación de vacíos y áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad terrestre en el Ecuador continental. pp 15-36.
- Campos F., Peralvo M., Cuesta-Camacho F. & S. Luna (eds). (2007). Análisis de vacíos y áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental. Instituto Nazca de Investigaciones Marinas, Eco Ciencia, Ministerio del Ambiente, The Nature Conservancy, Conservación Internacional, Proyecto GEF: Ecuador Sistema de Áreas Protegidas, BirdLife Internacional y Aves & Conservación. Quito, Ecuador.
- Ramsay P. y E. Oxley. (1997). The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian páramos. *Plant Ecology* 131: pp 173–192.
- Izurieta X. (Ed.). (2005). Turberas Altoandinas. Espacios frágiles de Vida y Cultura. Project “Peatlands in the Tropical Andes”. Global Peatland Initiative/NCIUCN/ECOPAR/GRUPO PARAMO. Quito, Ecuador.

- Flores D. (2002). Identificación y análisis de cambios en bofedales de la Cordillera Occidental y del Altiplano de Bolivia. Tesis Maestría Profesional en “Levantamiento de recursos hídricos (Manejo y conservación de cuencas)” Thesis, Universidad Mayor de San Simón, Internacional Institute for Infrastructural Hydraulic and Environmental Engineering, Santa Cruz.
- Slater A. (2007). Identificación y análisis de cambios en bofedales de la cordillera occidental y del altiplano de Bolivia. Tesis para el Título con Honores de Licenciatura en Estudios del Ambiente (Conservación del Bosque). Universidad de Lakehead Thunder Bay. Ontario, Canadá. pp. 35-98
- Alzerraca. H. (2001). Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. MAPZA-GTZ-Parque Nacional Sajama-SERNAP, La Paz, Bolivia. pp 82-151.
- Prieto G., Alzérreca H., Laura J., Luna D. y S. Laguna. (2002). Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. En: Rocha O. & C. Suárez (eds.) 2003. Uso Pastoral en Humedales Altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Sitio Ramsar-Lago Titicaca, Huarina, 28 de octubre al 1 de noviembre de 2002. Convención Ramsar, WCS/ Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Sierra R. (ed.). (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF - BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Flachier, A. (2009) s/a. Humedales, donde fluye y reposa el agua. En: Los humedales: fuentes para la comercialización sustentable. Promoción del Comercio Sustentable de Bienes y Servicios derivados de la biodiversidad de los Humedales en Ecuador. Eco Ciencia/CORPEI/Ministerio del Ambiente
- Alzerreca, H.; Prieto, G.; Laura, J.; Luna, D.; Laguna, S. (2001). Características y Distribución de los Bofedales en el ámbito boliviano. La Paz, Bolivia.
- Bradley, R.S., et al (2006). Climate Change. Threats to Water Supplies in the Tropical Andes. Science 312: 1755-1756
- Sig tierras, Ecuador. (Septiembre de 2013). Restitucion aero fotografica del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.

- Coronel, J., Declerck, S., Maldonado, M., Ollevier, F., Brendonck, L. (2004). Temporary shallow pools in high Andes “bofedal” peatlands: a limnological characterization at different spatial scales. *Archives des Sciences* 57: 85-90.
- Ergueta, P.; Aranda, K. (Eds.) (2010). *Transitando la Diversidad: Paisajes naturales y culturales del Municipio de La Paz*. TRÓPICO, Municipio de La Paz, FUNDESNAP. pp 192
- Espi, E.; Boutron C.F.; Hong, S.; Pourchet, M.; Ferrari, C.; Shotyk, W.; Charlet, L. (1997). Changing concentrations of Cu, Zn, Cd and Pb in a high altitude peat bog from Bolivia during the past three centuries. *Water, Air and Soil Pollution*: 100, 289-296.
- Estrategia Regional Humedales Altoandinos, s/a. *Los Humedales Altoandinos, ecosistemas estratégicos y frágiles que ofrecen servicios ambientales para millones de personas*.
- Hoffmann, D. (2008). Consecuencias del retroceso glaciar en la Cordillera boliviana. *Pirineos*, 163: 77-84
- Hoffmann, D. (2010). El cambio climático y las áreas protegidas de Bolivia; in: Beck, S.G., N. Paniagua, R.P. López & N. Nagshiro (Eds.): *Biodiversidad y Ecología en Bolivia*
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Fourth Assessment Report. Climate Change 2007: Synthesis Report*.
- Jordan, E. (1991). *Die Gletscher der bolivianischen Anden*. Stuttgart. Franz Steiner. 365 p.
- Salazar, C.; Rojas, L.; Lillo, A.; Aguirre, E. s/a. Análisis de requerimientos hídricos de vegas y bofedales en el norte de Chile. *Revista Vertiente*. Chile.
- Soruco, Alvaro; Vincent, Christian; Francou, Bernard & Gonzalez, Javier Francisco (2009). Glacier decline between 1963 and 2006 in the Cordillera Real, Bolivia, in: *Geophysical Research Letters*, Vol. 36, LO3502.
- Hofstede, R., Segarra, P., Mena, P. (Eds.). (2003). *Los páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de os páramos*. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia, Quito
- Ministerio del Ambiente. (2006). *Política y estrategia nacional para la conservación y el uso racional de los Humedales en el Ecuador*. Ministerio del Ambiente/Comité Nacional Ramsar, Quito

- Convención Ramsar. (2002) Uso Pastoril en Humedales Altoandinos. Talleres de capacitación para el manejo integrado de los humedales altoandinos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Sitio Ramsar-Lago Titicaca, Huarina, 28 de octubre al 1 de noviembre de 2002., WCS/Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Galaz J. y G. González. (2005). Técnicas de Manejo Productivo de la Vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile. Corporación Nacional Forestal – Fundación para la Innovación Agraria (CONAF – FIA). Santiago, Chile. pp. 280  
<http://www.conveniovicuna.org/Tecnicas%20para%20el%20manejo%20productivo%20de%20la%20vicu%C3%B1a.pdf>
- ECOLAP y MAE. (2007). Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador  
<http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/archivos/PUBLICACIONES/BIODIVERSIDAD/GuiaPatrimonioáreasNaturalesProtegidasEcuador/20-chimborazo.pdf>
- Bonacic C (2011) Ecología de la Vicuña y Su Ordenación. ECOLOGÍA.INFO 27  
<http://siempreverde.esblogs.net/Primer-blog-b1/RESERVA-DE-PRODUCCION-FAUNISTICA-CHIMBORAZO-b1-p6.htm>
- Pérez M.. (2011). Aplicaciones de la teledetección y SIG en la caracterización de humedales en la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda. Tesis Maestría en tecnologías de la información geográfica. Universidad Complutense De Madrid, Madrid.  
[http://eprints.ucm.es/13964/2/TFM\\_Maria\\_Perez.pdf](http://eprints.ucm.es/13964/2/TFM_Maria_Perez.pdf)
- Flachier et al. (2009) Caracterización Ecológica de las Turberas y Bofedales del Sistema de Humedales Amaluza, Nudo de Sabanilla, Provincia de Loja, Ecuador Ibáñez en:  
[http://www.portalcuencas.net/mensajes\\_semanales/archivos/humedales\\_conservacion.pdf](http://www.portalcuencas.net/mensajes_semanales/archivos/humedales_conservacion.pdf)
- Squeo, F.; Warner, B.; Aravena, R.; Espinoza, D. (1996). Bofedales: turberas de alta montaña de los Andes Centrales. Revista Chilena de Historia Natural: 79, 245 en:  
[http://www.conveniovicuna.org/?page\\_id=5](http://www.conveniovicuna.org/?page_id=5)
- Fundación Solón (2010) Carta Informativa De La Fundación Solón Agosto 2010 - Bolivia Bs. 1, Glaciares, agua y biodiversidad en:  
<http://climatechange.democracycctr.org/wp/wp-content/uploads/TUNUPA-64-GLACIARES-AGUA-Y-BIODIVERSIDAD.pdf>

## 10. GLOSARIO

### A

**ARCGIS:** es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

### B

**BOFEDALES:** es un humedal de altura y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad.

**BANDAS:** Representa la respuesta del suelo en una cierta faja espectral

### D

**DATUM:** Modelo de la tierra utilizado para cálculos geodésicos. Para representar al Planeta se emplea el Datum Global, y cuando es un área menor se recurre al Datum Local, como el Datum Europeo o el Datum Americano. Punto, línea o superficie utilizada como referencia de medida de otra cantidad.

**DATOS BASE:** Mapas donde se ubica la información.

**DATOS GEOGRÁFICOS:** Localización y descripción de elementos geográficos. Conjunto de datos espaciales y descriptivos.

**DATOS ESPACIALES:** información sobre la localización y las formas de un objeto geográfico y las relaciones entre ellos, normalmente con coordenadas y topología.

### E

**ESRI:** (Environmental Systems Research Institute) es una empresa fundada por Jack Dangermond en 1969 que en sus inicios se dedicaba a trabajos de consultoría del territorio. Actualmente desarrolla y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica y es una de las compañías líderes en el sector a nivel mundial. Tiene su sede en California, EE. UU.

**ESPECIES HERBÁCEAS O FORBIAS:** plantas herbáceas, no gramíneas ni graminoides, ejemplos tréboles, girasoles, helechos, etc.

**ESPOCH** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

**ESCALA:** Relación de magnitud entre las distancias en un mapa y las distancias reales sobre la superficie terrestre. Relación o proporción entre medidas comparables de un mapa y las áreas que representan.

**ELIPSOIDE:** utilizado para representar matemáticamente la forma de la Tierra.

**ETM+:** es una versión mejorada de las cargas útiles Landsat Thematic Mapper 4.5 (TM), pero aun así proporciona continuidad de datos con todas las misiones Landsat anteriores. Las mejoras en el instrumento incluyen el aumento de la resolución espacial de la banda IR térmica (Banda 6), la mejora del equipo de calibración radiométrica, y la adición de una banda pancromática (Banda 8). A continuación se muestra un diagrama simplificado de la ETM +.

**ERDAS IMAGINE:** es la solución de teledetección más completa del mercado, proporcionando las herramientas más avanzadas de análisis de imágenes y modelado espacial para la generación de nueva información. Con ERDAS IMAGINE, puedes visualizar los resultados en 2D, 3D y crear videos y composiciones de mapa.

**GLCF:** Earth Science Data Interface, es un centro para la ciencia la cobertura del suelo con un enfoque en la investigación a partir de datos y productos satelitales de percepción remota para acceder a cambio de la cubierta de la tierra para los locales a los sistemas globales.

## F

**FESTUCA:** es un género de gramíneas (o poáceas)1 distribuidas en las regiones templadas y en montañas de regiones tropicales. Comprende unas 200 especies, muchas de las cuales se consideran excelentes forrajeras y se las cultiva para tal fin.

**FOTOGRAFÍA AÉREA:** Instantánea de las superficie terrestre o de cualquier otro cuerpo celeste tomada verticalmente o con un ángulo determinado desde un avión u otro vehículo espacial. Cualquier fotografía tomada desde el aire, tal como una fotografía de una parte de la superficie terrestre tomada por una cámara que ha sido montada en un avión.

## G

**GAP-FILL:** son franjas inclinadas de color negro o datos inválidos en imágenes que presentan errores llamados Gaps.

**GELITURBADA:** Conjunto de movimientos y desplazamientos del material rocoso como consecuencia de la acción del hielo-deshielo en los medios peri glaciares.

**GEODATABASE:** es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e Informix).

**GPS:** Acrónimo de Global Positioning System o Sistemas de localización Global. Consiste en un conjunto de satélites del departamento de defensa de EE.UU. para determinar una posición en la superficie de la Tierra.

**GIS:** Geographical Information System

**GSD (GROUND SAMPLE DISTANCE):** En teledetección, es la distancia de muestra de suelo (GSD) en una foto digital (como una ortofoto), es la distancia entre los centros de píxel medidos en el suelo. Por ejemplo, en una imagen con una de un metro GSD, los píxeles adyacentes ubicaciones de imagen son de 1 metro de distancia en el suelo. GSD es

una medida de una limitación a la resolución de la imagen, es decir, la limitación debido al muestreo

## H

**HÁBITAT:** es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Así, un hábitat queda descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

**HIDROLITICAS:** reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar parte de otra especie química. Esta reacción es importante por el gran número de contextos en los que el agua actúa como disolvente.

**HOLDRIDGE:** El sistema de zonas de vida Holdridge (en inglés, Holdridge life zones system) es un proyecto para la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático. Fue desarrollado por el botánico y climatólogo estadounidense Leslie Holdridge (1907-99)

## I

**INIAP** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador.

**IMAGEN MULTIESPECTRAL:** Estructura de datos formada por varias imágenes digitales correspondientes a diferentes rangos de frecuencias.

**IMÁGENES SATELITALES:** Se puede definir como la representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen la información reflejada por la superficie de la Tierra que luego es enviada de regreso a ésta y que procesada convenientemente, entrega valiosa información sobre las características de la zona representada.

## L

**LANDSAT:** (LAND=tierra y SAT=satélite) fue el primer satélite enviado por los Estados Unidos para el monitoreo de los recursos terrestres. Inicialmente se le llamó ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) y posteriormente los restantes recibieron el nombre de LANDSAT.

**LANDSAT TM:** Nombre que reciben las fuentes de información raster sobre la superficie terrestre, generadas desde satélites.

**LANDSAT TM+: SENSOR TM+:** fue diseñado para una vida útil de 5 años y tiene la capacidad de recolectar, así como transmitir hasta 532 imágenes por día. Se encuentra en una órbita Helio sincrónica, que significa que pasa siempre a la misma hora por un determinado lugar. Tiene visión de toda la superficie terrestre en un lapso de tiempo de 15 días, y realiza 232 órbitas. El peso del satélite es de 1973 Kilogramos, mide 4.04 metros de

largo, y 2.74 metros en diámetro. A diferencia de sus antecesores, Landsat 7 posee una capacidad de almacenamiento de 378 gigabytes, equivalente alrededor a 100 imágenes. El instrumento esencial a bordo del satélite es el Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+).

## M

**MAE** Ministerio del Ambiente, Ecuador.

**MULTISPEC:** MultiSpec es una aplicación autónoma dedicada al análisis de imágenes multiespectrales. Inicialmente, el software fue desarrollado para el mundo Macintosh, y más tarde se sacó una versión para Windows que aún no tiene traducidas la totalidad de las funciones de la versión Mac.

**MAPA BASE:** Mapa que contiene cierta cantidad de información, generalmente topográfica, utilizable para hacer referencia a localizaciones de otros elementos.

**MAPA TEMÁTICO:** Los mapas temáticos analíticos son aquellos que representan una sola variable geográfica o varias categorías de observaciones.

## N

**NDVI:** El Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) sirve básicamente para medir el crecimiento de las plantas, determinar cubiertas vegetales y controlar la producción de biomasa.

## O

**ORTOFOTO:** Fotografía aérea modificada geométricamente para ajustarla a un sistema de proyección geográfica.

## P

**PUNTO DE CONTROL:** Elemento geográfico (punto) que puede ser localizado con mucha precisión en un mapa y se emplea para la corrección geométrica de imágenes y mapas.

## R

**RASTER:** modelo de datos que divide el área de estudio en celdillas regulares, normalmente cuadradas, cada una de las cuales posee atributos en la base de datos.

**SPATIAL RESOLUTION:** Resolución espacial, La resolución espacial se refiere a la finura de detalles visibles en una imagen: cuanto menor es el área terrestre representada por cada píxel en una imagen digital mayores son los detalles que pueden ser captados y mayor es la resolución espacial.

**SPACIAL REFERENCE:** incluyen un sistema de coordenadas para los valores x-, y-, y z- En las geodatabase corporativas, la referencia espacial también incluye valores de tolerancia y resolución. Toda esta información junta ayuda a indicar en que parte de la tierra se representan las formas de su mapa plano.

**RPFCH:** Reserva De Producción De Fauna Chimborazo

## S

**SIG:** Sistema de información geográfica, conjunto de utilidades informáticas (programas y hardware) y procedimientos organizados para tomar, almacenar, analizar y visualizar información geográficamente localizada.

**SOFTWARE:** Nombre general para el conjunto de programas y lenguajes de programación que funcionan en un ordenador.

## T

**TELEDETECCIÓN:** La teledetección o percepción remota (en inglés Remote Sensing) es una disciplina científica que integra un amplio conjunto de conocimientos y tecnologías utilizadas para la observación, el análisis, la interpretación de fenómenos terrestres y planetarios, tomando y analizando datos sin que los instrumentos empleados para adquirir los datos estén en contacto directo con el objeto.

**TURBERAS:** es un tipo de humedal ácido en el cual se ha acumulado materia orgánica en forma de turba. Las turberas son cuencas lacustres generalmente de origen glaciar que actualmente están repletas de material vegetal más o menos descompuesto y que conocemos como turba de agua dulce.

## U

**UTM:** (del inglés Universal Transverse Mercator), sistema de coordenadas transversal de Mercator.

## V

**VEGETACION HIDROFÍTICAS:** Aquella que soporta condiciones de inmersión prolongadas o de abundancia de agua, tanto vadosa como atmosférica y es típica de las áreas húmedas y lluviosas.

Los vegetales o plantas que habitan el bofedal

**VICUÑAS:** es una especie de mamífero artiodáctilo de la familia de los camélidos y del grupo de los camélidos sudamericanos que vive en el altiplano andino, en el noroeste de la Argentina, el oeste de Bolivia, el noreste de Chile, sectores de los Andes de Ecuador, y en las alturas andinas del Perú, país que posee la principal población de la especie.

## W

**El GLCF:** Global Land Cover Facility es un centro para la ciencia de cobertura terrestre con un enfoque en la investigación a partir de datos y productos satelitales de percepción remota para acceder a cambio de la cubierta de la tierra para los locales a los sistemas globales.

## Z

**ZONAS DE VIDA:** áreas con similares comunidades de plantas y animales.

## 11. ANEXOS

### Anexo 1: Ficha campo

CARACTERIZACIÓN DE BOFEDALES EN LA RESERVA DE FAUNA CHIMBORAZO							
<b>FICHA N° 1: DIAGNÓSTICO GENERAL DEL AFLUENTE</b>							
<b>Nombre del bofedal:</b>						<b>Coordenadas</b>	
<b>Tipo de bofedal:</b>						Datum WGS 84, Zona 17 S	
<b>Ubicación geográfica</b>						<b>X</b>	
lugar		comunidad		parroquia		<b>Y</b>	
cantón		provincia		país		<b>Z</b>	
<b>Características físicas del agua</b>				<b>Características físicas del suelo</b>			
Clara:				Arena:			
Turbia:				Arcilla:			
Muy Turbia:				Limo:			
Materiales flotantes:				franco			
<b>Estado del tiempo en el bofedal</b>							
despejado		Soleado		Nublado		Semi nublado	
neblina		Lluvioso		helada		otro (especificar)	
<b>Cobertura vegetal</b>							
si		no					
Arbustiva		autóctono		exóticas		especies:	
<b>Herbácea</b>							
autóctono		exóticas		especies:			
<b>Arbórea</b>							
autóctono		exóticas		especies:			
<b>Predominio taludes</b>				si		no	
						otros	
<b>Amenazas sobre el bofedal (especificar actividad)</b>							
Avance frontera agrícola							
Práctica mecánicas:		drenajes		zanjas		diques	
caminos rurales, carreteras							
residuos sólidos urbanos							
alteración de los márgenes							
alteración del bofedal							
Degradación páramos		quema controlada		eliminación de cobertura		deforestación	
		erosión		prácticas agronómicas		forestación	
		industrial		urbano		pesticidas	
<b>Uso y aprovechamiento público</b>							
caza							
pesca							
educativo							
recreativo							
medicinal							
aprovechamiento vegetal							
otros							

**Anexo 2: Análisis físico químico de agua y suelo**



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

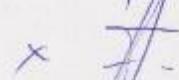
Nombre del remitente: Ing. Paulina Díaz Fecha de ingreso: 13/03/2013  
Fecha de salida: 20/03/2013

Ubicación: Reserva de Producción de Fauna Chimborazo  
Nombre de la granja Parroquia Cantón Provincia

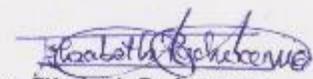
**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS**

Identificación	pH	% M.O	mg/L		
			NH4	P	K
4U/URBINA #4	4.7 Ac.	22.4 A	47.9 M	55.5 A	585.1 A
B1/BOFEDAL ISINCHE	5.1 Ac.	19.8 A	25.5 B	27.2 M	611.1 A
5QB/QUEBRADA DE TONI BAJO	5.0 Ac.	7.4 A	14.1 B	17.7 M	996.2 A
#5	5.4 Ac.	8.4 A	16.2 B	26.0 M	748.1 A
6R/#6 REFUGIO	5.2 Ac.	2.8 A	10.1 B	28.2 M	874.1 A

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
L.Ac. Ligeramente ácido	M: medio
Alc. 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 ½, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418



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

Nombre del remitente: Ing. Paulina Díaz

Fecha de Ingreso: 13/03/2013

Fecha de salida: 20/03/2013

Ubicación:

Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

Nombre de la granja

Parroquia

Cantón

Provincia

**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS**

Identificación	pH	% M.O	mg/L		
			NH4	P	K
2LA/LAS ANTENAS PISINCHE	6.0 L.Ac	6.4 A	14.5 B	41.5 A	744.4 A
3C/CURIPOGIO #3	5.4 Ac.	7.8 A	9.5 B	12.9 B	925.9 A
3Rb/RIO BLANCO PARTE BAJA#3	4.5 Ac.	8.4 A	32.9 M	28.0 M	896.2 A
3Ra/RIO BLANCO PARTE ALTA #3	4.7 Ac.	8.2 A	34.5 M	33.0 A	581.4 A
5QA/QUEBRADA DE TONI ALTO#5	5.1 Ac.	8.0 A	12.0 B	19.0 M	777.8 A

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
L.Ac. Ligeramente ácido	M: medio
Alc. 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 ½, Facultad de Recursos Naturales. Teléfono 2998220 Extensión 418



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

Nombre del remitente: Ing. Paulina Díaz

Fecha de Ingreso: 13/03/2013

Fecha de salida: 20/03/2013

Ubicación:

Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

Nombre de la granja

Parroquia

Cantón

Provincia

**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA RIEGO**

Identificación	pH	Cond. Eléct. $\mu\text{S}$	mg/L
			K
#5	6.8 N	125.6 no salino	137.0 B
Quebrada de Toni	6.4 L. Ac.	39.2 no salino	87.0 B
#6 refugio	7.8 L.Alc	43.3 no salino	92.6 B
Las Antenas #2 /otra	6.1 L.Ac.	131.0 no salino	183.0 B
Río Blanco #3 parte baja	5.9 L.Ac.	187.1 no salino	283.5 M

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

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

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 ½, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418



Ing. Elizabeth Pachacama  
TECNICO DE LABORATORIO



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

Nombre del remitente: Ing. Paulina Díaz

Fecha de Ingreso: 13/03/2013

Fecha de salida: 20/03/2013

Ubicación:                      Reserva de Producción de Fauna Chimborazo                      Cantón                      Provincia  
Nombre de la granja                      Parroquia

**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA RIEGO**

Identificación	pH	Cond. Eléct. $\mu\text{S}$	mg/L
			K
Urbina #4 parte alta	6.3 L.Ac.	46.8 no salino	242.6 M
Las Antenas Isinche #2	6.7 N	59.3 no salino	166.7 B
Curipoglo #3	6.5 L.Ac.	95.3 no salino	168.6 B
Agua Bofedal Isinche	6.8 N	58.6 no salino	133.4 B
Rio Blanco #3 parte alta	5.7 L.Ac.	130.9 no salino	134.0 B

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

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



Elizabeth Pachacama  
Ing. Elizabeth Pachacama  
TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 ½, Facultad de Recursos Naturales. Teléfono 2998220 Extensión 41B

### Anexo 3: Autorización de investigación científica del MAE



Ministerio  
del Ambiente



GOBIERNO NACIONAL DE  
LA REPUBLICA DEL ECUADOR

**Oficio Nro. MAE-DPACH-2012-1637**

**Riobamba, 09 de octubre de 2012**

Ingeniera  
Paulina Beatriz Díaz Moyota  
En su Despacho

En referencia al oficio N° 15-R593, del 27 de septiembre 2012, donde se solicita realizar la investigación mediante el GIS de la USFQ, bajo la responsabilidad de la Ing. Paulina Beatriz Díaz Moyota. CI. 060291442-6, auspiciada por la facultad of Natural Resources Management, Lakehead University y la Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH.

La Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo, **AUTORIZA** la investigación "*Visualizar la caracterización ecológica de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo*"; por considerarse esta investigación importante para el manejo y conservación de las vicuñas, así como para la actualización del plan de manejo de la misma, considerando que la vicuña en el Ecuador es una especie emblemática y de beneficio social para la comunidades que se encuentran dentro y fuera de la Reserva Chimborazo.

La misma que se autoriza bajo las siguientes especificaciones:

1. Solicitud de: Ing. Paulina Díaz Moyota, docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
2. Valoración Técnica: Ing. Felipe Coello; (fcoello@ambiente.gob.ec) Técnico de la Reserva de Producción Faunística de Chimborazo, quien asignará el personal suficiente de Guardaparques para el acompañamiento durante la investigación de campo mismos que llevarán el registro de las actividades realizadas.
3. Auspicio Institución Científica Nacional: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
4. Contraparte del Ministerio del Ambiente; Coordinar y facilitar las actividades de la investigación.

**OBLIGACIONES Y CONDICIONES PARA LA VIGENCIA DE ESTA AUTORIZACIÓN:**

**5. Obligaciones del investigador:**

- a) Se compromete a entregar un informe técnico final, a la Dirección Provincial del Ambiental de Chimborazo, impreso y digital.
- b) Entregar la localización exacta de los sitios de estudio realizado u observado.
- c) Copias de las fotografías que formen parte de la investigación en formato JPG y pdf al Ministerio del Ambiente y cumplir con todos los requerimientos establecidos por los numerales de esta autorización.

Papel Ecológico

Av. 9 de Octubre y Dshélera, Curma Macchi



Ministerio  
del Ambiente



Oficio Nro. MAE-DPACH-2012-1637

Riobamba, 09 de octubre de 2012

6. No se autoriza la utilización de armas de fuego, explosivos o sustancias venenosas como metodología en esta investigación.

Atentamente,

*Documento firmado electrónicamente*

Ing. Miriam Magaly Oviedo Moncayo

**DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO**

Referencias:

- MAE-DPACH-2012-1475

Anexos:

- scanned-image-4.pdf

Copia:

Señorita Ingeniera

Sandra Patricia Miranda Salazar

**Administradora Reserva Chimborazo**

Señor

Luis Felipe Coello Santillan

**Técnico de la Reserva Faunística Chimborazo**

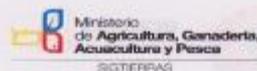
ji



## Anexo 4: Acta de entrega recepción de SIG RPFCH, entre MAGAP PRAT y USFQ



ecuador  
ama la vida



### Acta de Entrega Recepción de información geográfica suscrita entre la Unidad Ejecutora MAGAP PRAT y la Universidad San Francisco de Quito

En la ciudad de Quito, a los 13 días del mes de agosto del año 2014, comparecen por una parte la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, a través del Ing. Carlos Lescano; y, por otra parte la Universidad San Francisco de Quito, a través de la Ing. Paulina Díaz; para la suscripción de la presente Acta de Entrega Recepción de información de geográfica generada dentro del proyecto "Toma de Fotografía Aérea y Generación de Ortofotografía 1: 5.000" del Programa SIGTIERRAS.

#### CLÁUSULA PRIMERA.- OBJETO DE LA ENTREGA RECEPCIÓN:

1.1 Cumpliendo con lo previsto en el convenio de cooperación a suscribirse con la Universidad de Cuenca, la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT entrega a la Ing. Paulina Díaz, estudiante de la Universidad San Francisco de Quito, la información inherente a ortofotografía y modelo digital del terreno correspondiente a 683,78 km<sup>2</sup> de la Reserva Faunística Chimborazo (en el sistema de referencia geocéntrico para las Américas SIRGAS-95), en un dispositivo de almacenamiento propiedad de la Srta Melissa Carolina Rodas.

1.2 Las características principales de la información cartográfica, objeto de la entrega, son las siguientes:

#### ORTOFOTOGRAFÍA

REGIÓN	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	PRECISIÓN PLANIMÉTRICA
COSTA	40 cm	4 bandas	1,00 m
SIERRA	30 cm	4 bandas*	1,00 m
ORIENTE	50 cm	4 bandas	2,00 m

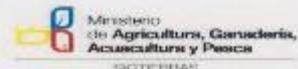
#### MODELO DIGITAL DEL TERRENO

REGIÓN	RESOLUCIÓN ESPACIAL	PRECISIÓN ALTIMÉTRICA
COSTA	4 m	1,5 m
SIERRA	3 m	1,5 m
ORIENTE	5 m	3 m

1.3 Que la información que se entrega, objeto del acta de entrega recepción, no tiene el carácter de secreta, reservada y confidencial; La Unidad Ejecutora entregará a la Universidad información geográfica, sin costo alguno, que será utilizada para el proyecto o investigación realizado por la Universidad.



ecuador  
ama la vida



Ministerio  
de Agricultura, Ganadería,  
Acuicultura y Pesca  
SIGTIERRAS

*Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica –SIGTIERRAS* cuando se utilice la información en publicaciones y diferentes medios, caso contrario se ejercerán las acciones administrativas y/o legales pertinentes en defensa de los derechos que representa.

- 2.6. Que la información que se entrega, no tiene el carácter de secreta, reservada y confidencial.
- 2.7. Que la comercialización y distribución de la información publicada y/o entregada queda prohibida en virtud que constituye un bien del Estado. Por tanto se prohíbe su venta, donación, cesión bajo sub-licencia, arrendamiento, préstamo público, comercialización o cualquier otra forma conocida o por conocerse de transferencia de la propiedad, incluso como parte de otros servicios de la información geográfica de carácter público, así como también, se prohíbe la redistribución de los datos e información pública vía internet exceptuando al Sistema Nacional de Información de la SENPLADES.
- 2.8. La información digital entregada queda bajo custodia y responsabilidad del usuario, de conformidad con la normativa pública y administrativa, y la que consta en este instrumento.

Para constancia de lo actuado, conformidad y aceptación, suscriben el presente instrumento en TRES ejemplares de igual contenido y efecto las personas que intervienen.

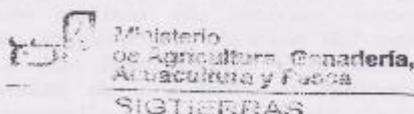
Por la Unidad Ejecutora MAGAP-  
PRAT

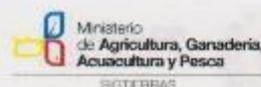
Ing. Carlos Lescano  
Analista de cartografía

Por el Programa de posgrado en  
Sistemas de Información Geográfica  
UNIGIS

Ing. Paulina Díaz  
Tesisista

Adjunto: copias de cédula, certificado de votación, documento de delegación, acción de personal y/o nombramiento y/o designación.





## Acta de Entrega Recepción de información geográfica suscrita entre la Unidad Ejecutora MAGAP PRAT y el Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS

En la ciudad de Quito, a los 11 días del mes de noviembre del año 2013, comparecen por una parte la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, a través del Ing. Carlos Lescano, en su calidad de Analista de cartografía; y, por otra parte el Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS, a través de la Ing. Paulina Díaz, en su calidad de Tesista; para la suscripción de la presente Acta de Entrega Recepción de información de geográfica generada dentro del proyecto "Toma de Fotografía Aérea y Generación de Ortofotografía 1: 5.000" del Programa SIGTIERRAS.

### CLÁUSULA PRIMERA.- ANTECEDENTE:

- 1.1 El 11 de noviembre de 2013, se suscribió la Licencia de Uso de Información Geográfica MAGAP-C1-CART-2013-RU-0030 generada por la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT dentro del Proyecto SIGTIERRAS, por la cual la Unidad Ejecutora entrega al Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS información geográfica concediéndole una licencia de uso de información sujeto a las condiciones y limitaciones que constan en el referido instrumento.

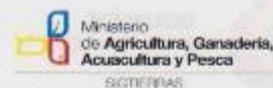
### CLÁUSULA SEGUNDA.- OBJETO DE LA ENTREGA RECEPCIÓN:

- 2.1 Cumpliendo con lo previsto en la licencia de uso, la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT entrega al Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS, la información inherente a ortofotografía y modelo digital del terreno correspondiente a un área total de 419,49 km<sup>2</sup> del Reserva de producción de fauna Chimborazo y los mosaicos del cantón Riobamba (cartas escala 1:5000 en el sistema de referencia geocéntrico para las Américas SIRGAS-95), en un dispositivo de almacenamiento propiedad del Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS.
- 2.2 Las características principales de la información cartográfica, objeto de la entrega, son las siguientes:

#### ORTOFOTOGRAFÍA

REGIÓN	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	PRECISIÓN PLANIMÉTRICA
COSTA	40 cm	4 bandas	1,00 m
SIERRA	30 cm	4 bandas*	1,00 m
ORIENTE	50 cm	4 bandas	2,00 m

\*Excepto Quito, propiedad del Municipio de Quito



## MODELO DIGITAL DEL TERRENO

REGIÓN	RESOLUCIÓN ESPACIAL	PRECISIÓN ALTIMÉTRICA
COSTA	4 m	1,5 m
SIERRA	3 m	1,5 m
ORIENTE	5 m	3 m

- 2.3 Que la información que se entrega, objeto del acta de entrega recepción, no tiene el carácter de secreta, reservada y confidencial; y fue obtenida por la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT Proyecto SIGTIERRAS, a un costo estimado de USD\$ 59.538,49, cubiertos con recursos públicos.
- 2.4 Que la información que se entrega, objeto del acta de entrega recepción, no tiene el carácter de secreta, reservada y confidencial. Y en los casos en los que la información es de carácter reservado, las cartas se encuentran almacenadas en una carpeta con el nombre RESERVADO.
- 2.5 Después de revisar la información en las oficinas de la U.E. MAGAP-PRAT, el Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS recibe a conformidad en el dispositivo de almacenamiento la información de ortofotografía y modelo digital del terreno.

Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT

Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS

Ing. Carlos Lescano  
Analista de cartografía

Ing. Paulina Diaz

Tesista

Adjunto copia de cédula y oficio de delegación





*parte del propietario de la información”; “4.10 Para fines académicos y de investigación, la información geoespacial será otorgada de manera gratuita, siempre que se canalice a través de la institución patrocinadora”.*

**1.5** Mediante Oficio de fecha 29 de octubre del 2013, el Sr. Richard Resl en su calidad de Director de UNIGIS en América Latina, solicitó que se le proporcione ortofotografía y modelo digital del terreno de Reserva de producción de fauna Chimborazo a fin de utilizar esta información la Ing. Paulina Díaz en su tesis titulada *“Caracterización ecológica de los bofedales, como hábitat vital de las vicuñas en la reserva de producción de fauna Chimborazo con la aplicación de la herramienta SIG y Teledetección.”*

**SEGUNDO.- REGISTRO, DESTINO Y CONDICIONES DE USO:** Con los antecedentes indicados, por el presente instrumento se deja constancia de lo siguiente:

- 2.1.** Que la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT entrega al Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS, quien recibe a satisfacción, una copia auténtica de la siguiente información, en medio magnético: cartas 1:5.000 que representa aproximadamente 419,49 km<sup>2</sup> del área de Reserva de producción de fauna Chimborazo, y los mosaicos del cantón Riobamba, contenida en un dispositivo de almacenamiento, hardware de propiedad del Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS.
- 2.2.** Que la información se entrega a título gratuito, por lo que la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT no requerirá una contraprestación. Sin embargo, los costos de reproducción, logística e implementos de grabación serán de cuenta del usuario.
- 2.3.** Que el uso de la información entregada es de carácter libre y gratuito, siempre que se mencione su origen y titularidad y que su uso no tenga fines comerciales o de lucro. La Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT no se responsabiliza por productos generados a partir de la información entregada, ni por el uso indebido, ilegal o inmorales que se diere a la información entregada o que atenten contra la seguridad nacional, reservándose el ejercicio de las acciones que la Ley le concede en caso de incumplimiento de las restricciones establecidas en este registro. Asimismo, se aclara que la información entregada no constituye un producto final, puesto que cumplida la producción debe ser consolidada, pudiendo variar uno o más de sus aspectos. La Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT no se responsabiliza por los efectos derivados del cambio en la información entregada, ni de productos que se deriven de éstos.
- 2.4.** Que la información referida al modelo digital del terreno, es generada por la U.E. MAGAP PRAT con fines únicamente de corrección de la fotografía aérea, y no se encuentra editada para su uso en otras aplicaciones.
- 2.5.** Que el usuario se compromete a reconocer la fuente respectiva y señalar las principales características de la información. Con tal fin se deberá nombrar como fuente al: *“Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Proyecto*



## REGISTRO DE ENTREGA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA GENERADA POR LA UNIDAD EJECUTORA MAGAP-PRAT, PROGRAMA SIGTIERRAS

En la ciudad de Quito D.M. a los 11 días del mes de noviembre del año 2013, comparecen por una parte, la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, a través de Ing. Carlos Lescano, en su calidad de Analista de cartografía debidamente autorizado para la entrega de información geográfica; y, por otra parte el Programa de posgrado en Sistemas de Información Geográfica UNIGIS, a través de la Ing. Paulina Díaz; para suscribir el presente registro de entrega de información geográfica generada por la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Proyecto SIGTIERRAS, contenido en las siguientes parágrafos.

### PRIMERO.- ANTECEDENTES:

- 1.1 Mediante Acuerdo Ministerial No. 170, publicado en la Edición Especial del Suplemento del Registro Oficial No. 162-A, de 29 de junio de 2011, el Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca expidió y puso en vigencia el Manual Operativo del Proyecto SIGTIERRAS, por el cual se establecen los objetivos, funciones, atribuciones y estructura orgánica funcional, controles y niveles de supervisión para la ejecución del Contrato de Préstamo BID 2461/OC-EC.
- 1.2 La Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública, faculta a las instituciones como la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, a entregar información pública que hubieren generado o que se encontrare en su poder.
- 1.3 Mediante Resolución 001 de 5 de julio de 2010, publicada en el R.O. No. 269 de 1 de septiembre de 2010, reformada y dada a conocer con Oficio Nro. CONAGE-2013-0025-OF, el Consejo Nacional de Geoinformática –CONAGE- aprobó las Políticas Nacionales de Información Geoespacial, con el fin de garantizar la generación, procesamiento, disponibilidad, intercambio, actualización, difusión y uso de información geoespacial, generada a nivel nacional.
- 1.4 Las normas 2.3, 3.2, 4.5, 4.9 y 4.10 de la Política Nacional de Información Geoespacial disponen que: *"2.3 Las instituciones u organismos generadores de información geoespacial, deben mantener un registro de la entrega, para fines estadísticos."*; *"3.2 Todas las instituciones custodias de información pública deben garantizar el acceso a la información salvo que esta sea declarada secreta, reservada y confidencial."*; *"4.5 Se prohíbe la venta, arrendamiento y comercialización o cualquier otra forma conocida o por conocerse de transferencia de la propiedad intelectual, incluso como parte de otros servicios de la información geográfica de carácter público. Se prohíbe la redistribución de los datos e información pública vía Internet, excepto al Sistema Nacional de Información o salvo expresa autorización del generador y/o propietario de la información."*; *"4.9 Las Instituciones y organismos públicos titulares de los derechos de propiedad de productos o aplicaciones, desarrolladas por sus servicios o cuyo desarrollo haya sido objeto de contratación, deben ponerlas a disposición de cualquier organismo del sector público, sin contraprestación y sin necesidad de convenio, guardando las restricciones de uso que se establezcan por*



*Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica –SIGTIERRAS* cuando se utilice la información en publicaciones y diferentes medios, caso contrario se ejercerán las acciones administrativas y/o legales pertinentes en defensa de los derechos que representa.

- 2.6. Que la información que se entrega, no tiene el carácter de secreta, reservada y confidencial.
- 2.7. Que la comercialización y distribución de la información publicada y/o entregada queda prohibida en virtud que constituye un bien del Estado. Por tanto se prohíbe su venta, donación, cesión bajo sub-licencia, arrendamiento, préstamo público, comercialización o cualquier otra forma conocida o por conocerse de transferencia de la propiedad, incluso como parte de otros servicios de la información geográfica de carácter público, así como también, se prohíbe la redistribución de los datos e información pública vía internet exceptuando al Sistema Nacional de Información de la SENPLADES.
- 2.8. La información digital entregada queda bajo custodia y responsabilidad del usuario, de conformidad con la normativa pública y administrativa, y la que consta en este instrumento.

Para constancia de lo actuado, conformidad y aceptación, suscriben el presente instrumento en TRES ejemplares de igual contenido y efecto las personas que intervienen.

Por la Unidad Ejecutora MAGAP-  
PRAT

Ing. Carlos Lescano  
Analista de cartografía

Por el Programa de posgrado en  
Sistemas de Información Geográfica  
UNIGIS

Ing. Paulina Díaz  
Tesisista

Adjunto: copias de cédula, certificado de votación, documento de delegación, acción de personal y/o nombramiento y/o designación



Ministerio  
de Agricultura, Ganadería,  
Acuacultura y Pesca  
SIGTIERRAS

**Anexo 5: Colash fotográfico**

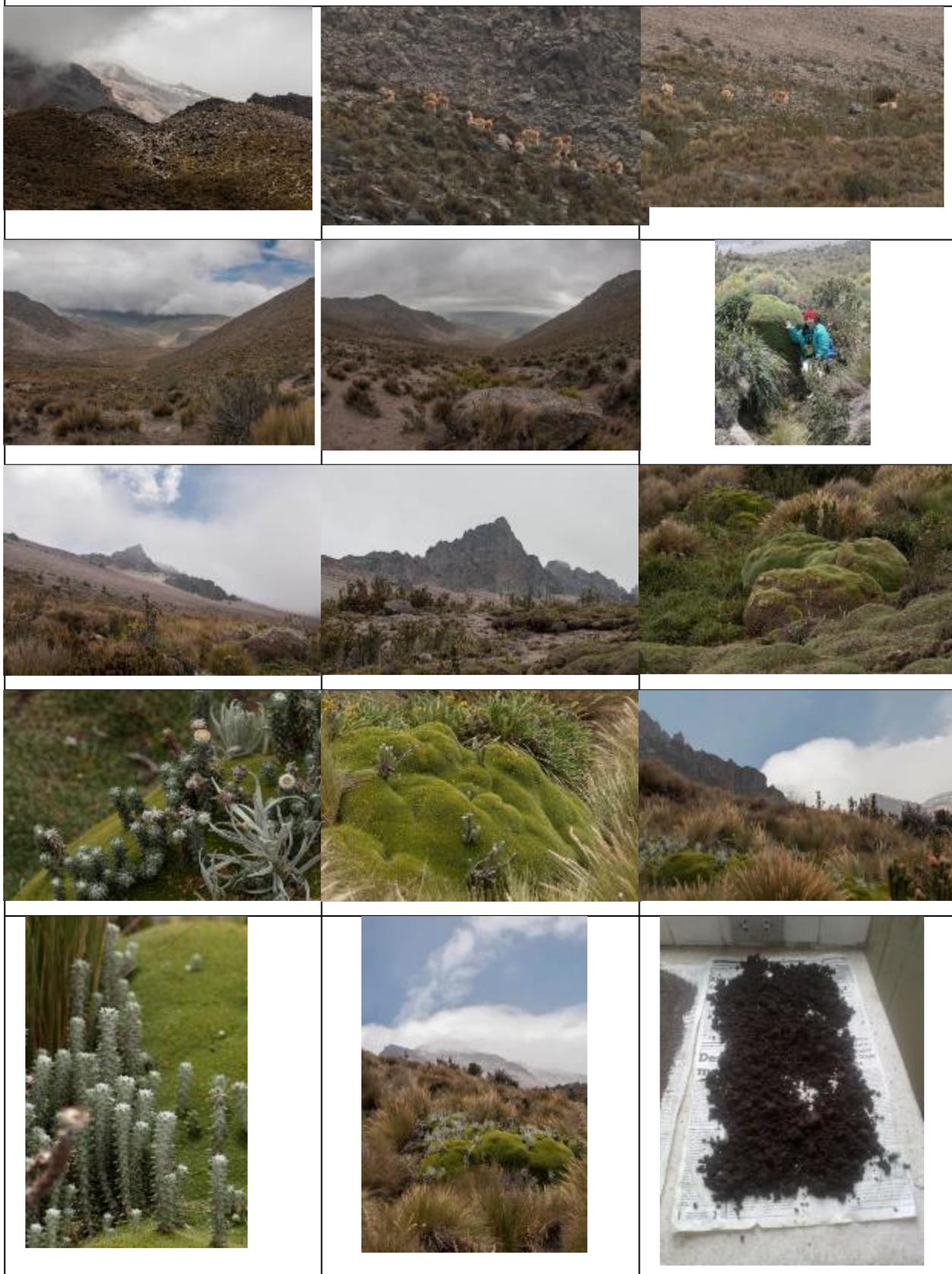
## Quebrada Toni (Urbina)



## El Refugio (Hermanos Carrel)

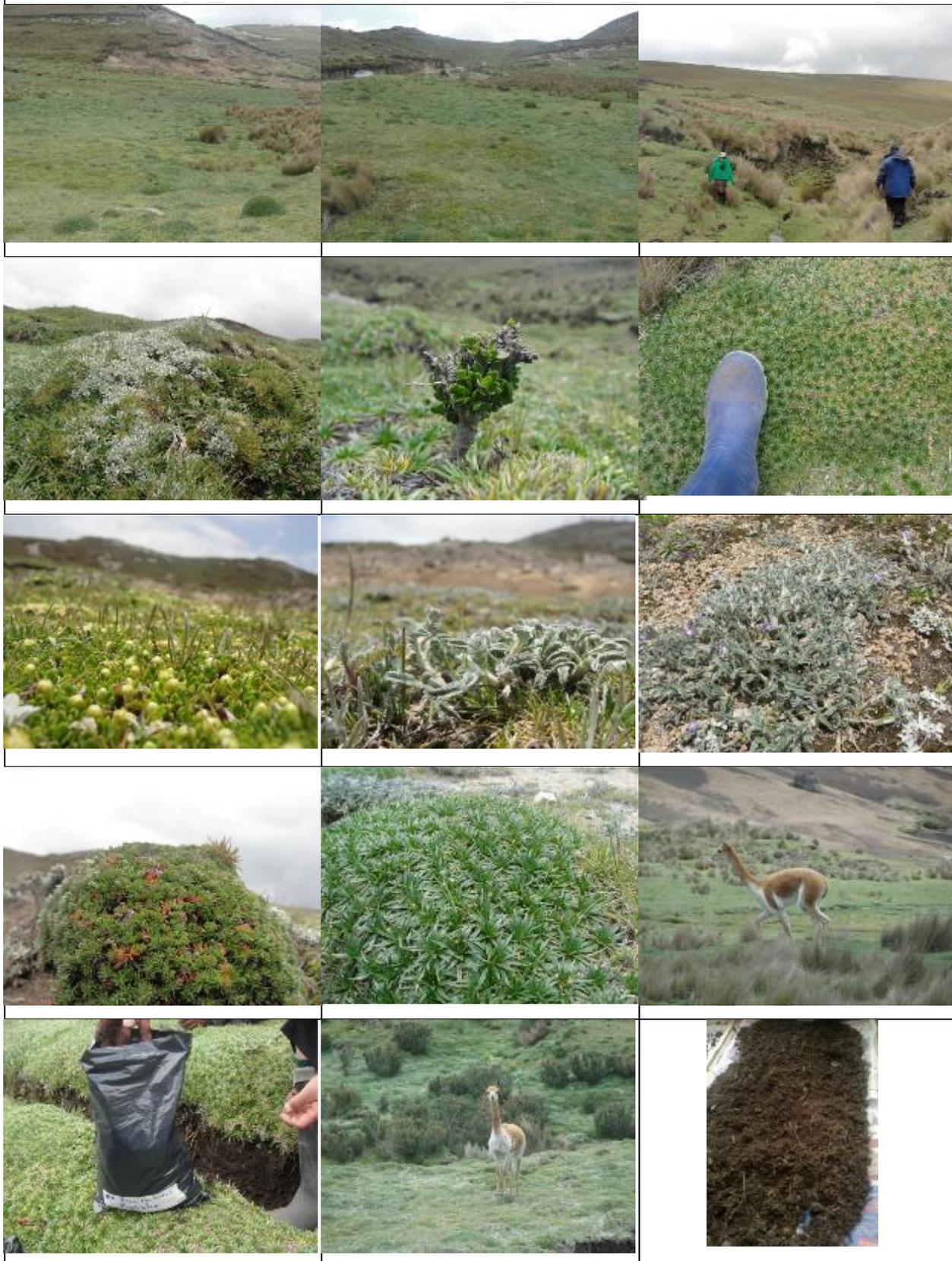


## Curi Pogyo (Chorrera Mirador)



**Chag Pogyo (Pulinguí San Pablo)**

## Sinche (Sector las antenas)



**Sinche (Puente Ayora)**