



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO**

**PREDICCIÓN DE LA CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN DE LA  
FORMACIÓN HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES  
RIOBAMBA Y COLTA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO TÉCNICO PARA TITULACIÓN DE GRADO**  
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**  
**EL TÍTULO DE INGENIERA EN ECOTURISMO**

**KATHERINE ESTEFANÍA MOLINA BUSTAMANTE**

**Riobamba – Ecuador**

**2020**

**@2020 Katherine Estefanía Molina Bustamante**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO****FACULTAD DE RECURSOS NATURALES****ESCUELA DE INGENIERIA EN ECOTURISMO**

El tribunal del Trabajo de Titulación certifica que el trabajo técnico "PREDICCIÓN DE LA CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN DE LA FORMACIÓN HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO", de responsabilidad de la señorita Katherine Estefanía Molina Bustamante, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

Ing. Patricio Xavier Lozano Rodríguez

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



Ing. Julia Desireé Velasteguí Cáceres

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



Riobamba, 28 de enero de 2020

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Katherine Estefanía Molina Bustamante, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 28 de enero del 2020



Katherine Estefanía Molina Bustamante

C.I: 015010789-4

Yo, Katherine Estefanía Molina Bustamante soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación de grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Katherine Estefanía Molina Bustamante

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de titulación con mucho amor a mi madre Gladys por su apoyo incondicional, por su amor puro, por sus consejos y por siempre estar junto a mí ayudándome a alcanzar mis metas, a mis hermanos Luis y Germán por ser mi ejemplo a seguir, motivación y fuerza, a mis sobrinos Jannies, Emily, Brian y Camila por ser esa paz, inocencia y luz que alegran mis días.*

*Estefanía Molina Bustamante*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco infinitamente a mi familia, por la confianza depositada en mí, por ayudarme siempre a cumplir mis sueños y sobre todo por hacerme feliz cada día de mi vida.*

*A mis amigos Jessica, Steven, David, Erick y Ángela, por su sincera y valiosa amistad, por acompañarme todos estos años, por estar conmigo en las buenas y en las malas y por ser mi familia en esta ciudad.*

*A mi director de titulación Ing. Patricio Lozano por compartirme sus conocimientos, por ayudarme a crecer como persona y cómo profesional, por acompañarme y apoyarme todo este tiempo y darme su mejor energía.*

*A todos ustedes, gracias porque nada de esto hubiera sido posible sin su ayuda, paciencia y amor.*

***Estefanía Molina Bustamante***

## CONTENIDO

I.	PREDICCIÓN DE LA CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN DE LA FORMACIÓN VEGETAL HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO .....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	1
A.	IMPORTANCIA .....	1
B.	PROBLEMA .....	2
C.	JUSTIFICACIÓN.....	2
III.	OBJETIVOS.....	4
A.	GENERAL .....	4
B.	ESPECÍFICOS .....	4
IV.	HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	5
V.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
A.	ECOSISTEMA PÁRAMO .....	6
1.	Características .....	6
2.	Distribución del páramo .....	7
B.	FORMACIONES VEGETALES.....	7
1.	Niveles .....	7
2.	Herbazal del páramo.....	9
C.	PLANIFICACIÓN SISTÉMICA DE LA CONSERVACIÓN .....	10
1.	Vacíos y prioridades de conservación .....	11
2.	Redes funcionales.....	11
D.	SIG Y TELEDETECCIÓN .....	11



1.	Sistemas de información geográfica.....	11
2.	Teledetección .....	13
3.	Random Forest .....	15
4.	Análisis de superposición .....	16
5.	Análisis cartográfico .....	17
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
A.	CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR .....	18
1.	Localización .....	18
2.	Ubicación geográfica.....	18
3.	Límites .....	19
4.	División político-administrativo.....	19
5.	Características climáticas .....	19
6.	Clasificación ecológica .....	20
7.	Características del suelo .....	20
8.	Materiales y equipos.....	21
B.	METODOLOGÍA .....	22
1.	Primer objetivo: Caracterización ecológica de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta. ....	22
2.	Segundo objetivo: Determinar la condición de la conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta. ....	23
3.	Tercer objetivo: Formular lineamientos para la conservación del herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta de la provincia de Chimborazo .....	26
VII.	RESULTADOS .....	28

A.	CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LA FORMACIÓN VEGETAL HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA .....	28
1.	Cantón Riobamba.....	28
2.	Cantón Colta .....	36
B.	CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN DE LA FORMACIÓN HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA.....	45
1.	Condición de conservación por sitio.....	45
2.	Condición de conservación por cantón.....	77
C.	LINEAMIENTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FORMACIÓN HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA.....	90
1.	Cantón Riobamba.....	90
2.	Cantón Colta .....	97
VIII.	CONCLUSIONES.....	106
IX.	RECOMENDACIONES .....	107
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	108
XI.	ANEXOS.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5. 1. Niveles del Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental.....	7
Tabla 5. 2. Factores diagnósticos del herbazal del páramo.....	9
Tabla 6. 1. Coordenadas de los cantones Colta y Riobamba.....	18
Tabla 6. 2. Ecosistemas de los cantones Riobamba y Colta. ....	20
Tabla 6. 3. Parámetros para identificar sitios de muestreo .....	23
Tabla 6. 4. Parámetros para evaluar condición de conservación.....	25
Tabla 6. 5. Escala para determinar de la condición de conservación .....	25
Tabla 7. 1. Caracterización de la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba.....	35
Tabla 7. 2. Caracterización de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta.....	43
Tabla 7. 3. Coordenadas del punto 1 de la zona 1 .....	46
Tabla 7. 4. Coordenadas del punto 2 de la zona 1 .....	47
Tabla 7. 5. Coordenadas del punto 3 de la zona 1 .....	48
Tabla 7. 6. Coordenadas del punto 4 de la zona 1 .....	50
Tabla 7. 7. Coordenadas del punto 5 de la zona 1 .....	52
Tabla 7. 8. Coordenadas del punto 6 de la zona 1 .....	53
Tabla 7. 9. Coordenadas del punto 7 de la zona 1 .....	55
Tabla 7. 10. Coordenadas del punto 8 de la zona 1 .....	56
Tabla 7. 11. Coordenadas del punto 9 de la zona 1 .....	57
Tabla 7. 12. Coordenadas del punto 10 de la zona 1 .....	59
Tabla 7. 13. Coordenadas del punto 11 de la zona 1 .....	60
Tabla 7. 14. Coordenadas del punto 1 de la zona 2 .....	62

Tabla 7. 15. Coordenadas del punto 2 de la zona 2 .....	64
Tabla 7. 16. Coordenadas del punto 3 de la zona 2 .....	65
Tabla 7. 17. Coordenadas del punto 4 de la zona 2 .....	66
Tabla 7. 18. Coordenadas del punto 5 de la zona 2 .....	68
Tabla 7. 19. Coordenadas del punto 6 de la zona 2 .....	69
Tabla 7. 20. Coordenadas del punto 7 de la zona 2 .....	71
Tabla 7. 21. Coordenadas del punto 8 de la zona 2 .....	72
Tabla 7. 22. Coordenadas del punto 9 de la zona 2 .....	74
Tabla 7. 23. Coordenadas del punto 10 de la zona 2 .....	75
Tabla 7. 24. Calibración Radiométrica y atmosférica del cantón Riobamba .....	77
Tabla 7. 25. Cálculo de índices espectrales del cantón Riobamba.....	78
Tabla 7. 26. Matriz de confusión entrenamiento Random Forest .....	81
Tabla 7. 27. Superficie de la condición de conservación del herbazal de páramo del cantón Riobamba.....	82
Tabla 7. 28. Calibración atmosférica y radiométrica del cantón Colta .....	83
Tabla 7. 29. Índices espectrales del cantón Colta.....	84
Tabla 7. 30. Matriz de confusión entrenamiento Random Forest .....	87
Tabla 7. 31. Superficie de la condición de conservación del herbazal de páramo del cantón Colta.....	88
Tabla 7. 32. Marco lógico del proyecto 1 perteneciente al cantón Riobamba.....	93
Tabla 7. 33. Marco lógico del proyecto 2 perteneciente al cantón Riobamba.....	94
Tabla 7. 34. Cronograma de actividades del proyecto 1 .....	95
Tabla 7. 35. Cronograma de actividades del proyecto 2 .....	95
Tabla 7. 36. Cronograma técnico de proyectos del cantón Riobamba .....	95

Tabla 7. 37. Fuentes de financiamiento para el programa del cantón Riobamba.....	96
Tabla 7. 38. Marco lógico del proyecto 1 perteneciente al cantón Colta .....	100
Tabla 7. 39. Marco lógico del proyecto 2 perteneciente al cantón Colta. ....	101
Tabla 7. 40. Marco lógico del proyecto 3 perteneciente al cantón Colta. ....	102
Tabla 7. 41. Cronograma de actividades del proyecto 1 .....	103
Tabla 7. 42. Cronograma de actividades del proyecto 2 .....	103
Tabla 7. 43. Cronograma de actividades del proyecto 3 .....	104
Tabla 7. 44. Cronograma técnico de proyectos del cantón Colta.....	104
Tabla 7. 45. Fuentes de financiamiento para el programa del cantón Colta.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5. 1. Ubicación geográfica del herbazal del páramo en la provincia de Chimborazo. ....	9
Figura 6. 1. Ubicación geográfica de los cantones Colta y Riobamba de la provincia de Chimborazo.....	18
Figura 6. 2. Identificación de amenazas .....	27
Figura 6. 3. Identificación de lineamientos. ....	27
Figura 7. 1. Mapa de ubicación geográfica de la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba.....	28
Figura 7. 2. Cotas altitudinales de la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba .....	29
Figura 7. 3 Mapa de extensión de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Riobamba.....	30
Figura 7. 4. Fisonomía de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Riobamba.....	31
Figura 7. 5. Isoyetas e isotermas de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba.....	32
Figura 7. 6 Deforestación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba .....	33
Figura 7. 7 Susceptibilidades a incendios forestales de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba.....	34
Figura 7. 8 Susceptibilidades a sequías en la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba. ....	35
Figura 7. 9 Mapa de ubicación geográfica de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta.	36
Figura 7. 10 Cotas altitudinales de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta. ....	37
Figura 7. 11 Mapa de ubicación geográfica de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Colta. ....	38
Figura 7. 12 Fisonomía de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Colta. ....	39
Figura 7. 13 Isotermas e isoyetas de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta. ....	40
Figura 7. 14 Deforestación de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta. ....	41

Figura 7. 15 Susceptibilidades a incendios forestales de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta. ....	42
Figura 7. 16 Susceptibilidades de sequías de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta. ....	43
Figura 7. 17. Punto 1 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	45
Figura 7. 18. Punto 2 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	47
Figura 7. 19. Punto 3 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	48
Figura 7. 20. Punto 4 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	50
Figura 7. 21. Punto 5 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	51
Figura 7. 22. Punto 6 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	53
Figura 7. 23. Punto 7 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	54
Figura 7. 24. Punto 8 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	56
Figura 7. 25. Punto 9 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	57
Figura 7. 26. Punto 10 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	59
Figura 7. 27. Punto 11 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba. ....	60
Figura 7. 28. Punto 1 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	62
Figura 7. 29. Punto 2 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	63
Figura 7. 30. Punto 3 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	65
Figura 7. 31. Punto 4 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	66
Figura 7. 32. Punto 5 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	68
Figura 7. 33. Punto 6 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	69
Figura 7. 34. Punto 7 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	71
Figura 7. 35. Punto 8 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	72
Figura 7. 36. Punto 9 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	74

Figura 7. 37. Punto 10 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta. ....	75
Figura 7. 38. Imagen Sentinel 1C 2019.....	77
Figura 7. 39. Imagen Sentinel 2A 2019.....	77
Figura 7. 40. Modelo de elevación digital del cantón Riobamba.....	80
Figura 7. 41. Importancia de variables predictoras.....	81
Figura 7. 42. Mapa resultado de la categorización procesada en el algoritmo Random Forest. ....	82
Figura 7. 43. Imagen Sentinel 1C 2019.....	83
Figura 7. 44. Imagen Sentinel 2A 2019.....	83
Figura 7. 45. Modelo de elevación digital del cantón Colta. ....	86
Figura 7. 46. Importancia de variables predictoras.....	87
Figura 7. 47. Mapa resultado de la categorización procesada en el algoritmo Random Forest. ....	88
Figura 7. 48. Identificación de amenazas de la formación herbazal de páramo del cantón Riobamba .....	90
Figura 7. 49. Estructuración de lineamientos de la formación herbazal de páramo del cantón Riobamba.....	91
Figura 7. 50. Identificación de amenazas de la formación herbazal de páramo del cantón Colta ....	97
Figura 7. 51. Estructuración de lineamientos de la formación herbazal de páramo del cantón Colta	98



# **I. PREDICCIÓN DE LA CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN DE LA FORMACIÓN VEGETAL HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

### **A. IMPORTANCIA**

El ecosistema páramo es considerado uno de los biomas estratégicos de alto valor ecológico por su biodiversidad y endemismo y a la vez, uno de los más vulnerados con elementos críticos de amenaza por causas antrópicas impulsadas en todo el continente (Morales & Estévez, 2006).

El páramo posee servicios ecosistémicos que le brinda a la población comola cantidad de materia orgánica fabricada gracias a la fotosíntesis por parte de las plantas y otros seres autótrofos todos ellos interrelacionados y el abastecimiento de agua para el consumo y riego, es por eso que la conservación de este ecosistema tiene mucha importancia(Mena & Hofstede, 2007).

En el Ecuador el ecosistema páramo cubre alrededor de 1 250.000 ha, es el país que cuenta con la mayor extensión de páramos con respecto a su extensión total (Mena & Hofstede, 2007), que representa el 5% del territorio nacional y que es fuente de agua principalmente para la sierra ecuatoriana gracias a los suelos de este ecosistema que tienen una capacidad de regulación de los flujos de agua y a la vez permiten su aprovechamiento (Mena, Josse, & Medina, 2000).

La provincia de Chimborazo tiene grandes lazos socio culturales con el páramo, por lo que la población ayuda a su conservación debido a que son fuentes de agua de tres cuencas hidrográficas importantes para el riego y generación eléctrica a nivel nacional (GADPCH, EcoCiencia, & Codesan, 2011).

El propósito de la protección y conservación de los ecosistemas en el país es prioritario, como muestra de aquello se tiene un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), el mismo abarca cuatro regiones del país y alberga 59espacios naturales que se extienden aproximadamente el 20% de la superficie del Ecuador (MAE, 2017). Sin embargo, persisten vacíos importantes que se traducen en ecosistemas, comunidades y especies no representados en su interior que, a pesar de los esfuerzos por preservar muestras representativas de la riqueza biológica del país, el Ecuador ha sufrido pérdida y fragmentación de hábitats y extinciones de especies locales por los cambios de uso de suelos (Cuesta et al., 2013).

En este contexto, el análisis de vacíos y prioridades de conservación constituye el punto de partida para el manejo de ecosistemas cuyo objetivo es identificar áreas con prioridad de conservación fundamentadas en el estado actual de la biodiversidad, su representatividad dentro del sistema de

áreas naturales protegidas donde evalúan directa e indirectamente su permanencia en el futuro (Margules & Pressey, 2000).

En este contexto la combinación de estudios ecológicos y técnicos de los Sistemas de Información Geográfica y teledetección son herramientas fundamentales para asumir el reto de conservar y aprovechar los ecosistemas.

## **B. PROBLEMA**

El estado de conservación del ecosistema páramo es crítico a pesar de ser un ecosistema productivo que brinda una serie de elementos a la sociedad como servicios ecológicos y ser poseedor de un sin número de especies de alto valor ecológico, esto se debe a las afectaciones antrópicas como la agricultura y el pastoreo intensificado de ganado vacuno y ovino con 200.000 ha. donde los pobladores se ven obligados a expandir sus cultivos para mejorar sus ingresos económicos afectando considerablemente al turismo puesto que sin conservación no existirían atractivos y sin atractivos no se tendrían productos para ofertar.

## **C. JUSTIFICACIÓN**

El ecosistema páramo muestra un estado de conservación en el norte, sur y oriente mejor que del centro y del occidente (Hofstede, 2013), se ha degradado por motivos de agricultura en zonas altas determinando alto impacto por la extracción y venta de "turba" de la esponja de páramo, por explotaciones agrícolas y agroindustriales que se encuentran en los valles y también de la transferencia de fertilidad en beneficio de la agricultura de las zonas bajas a través de la venta de estiércol de ganado que se encuentran en estas zonas que desafortunadamente, son aún usuales entre algunos productores de la Sierra central (Camacho, 2013).

El ecosistema se ve degradado por causas socioeconómicas, es decir, en donde los pobladores tienden a expandir sus actividades como la agricultura, el pastoreo intensificado tanto de ganado vacuno como ovino con más de 200.000 ha en donde, las áreas denominadas áreas intervenidas tanto para la agricultura como ganadería intensiva y extensiva representan el 74% de la provincia y apenas el 18% son ecosistemas en estado natural (GADPCH, EcoCiencia, & Codesan, 2011), de igual manera existe el proceso de quema de la tierra para aumentar sus ingresos económicos.

Por tal razón, es importante mencionar que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), específicamente la Facultad de Recursos Naturales a través del presente trabajo de investigación analizará la condición de la conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Colta y Riobamba de la provincia de Chimborazo en donde se definirán lineamientos que contribuyan a su conservación mediante el desarrollo del ecoturismo el cuál evitará alterar del equilibrio del medio ambiente y posibles daños en la naturaleza.

Adicionalmente, el presente trabajo de investigación contribuye al cumplimiento de la política 3.1 del objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo "Toda una Vida" 2017 – 2021 del país, en donde

menciona “Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones” según el Consejo Nacional de Planificación(CPN, 2017, pág. 64).

Así mismo contribuyó al cumplimiento a la meta del componente biofísico del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Chimborazo que menciona “Al 2019, se incorporarán 9800 has de ecosistemas frágiles a un manejo ambiental sustentable” según el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo(GADPCH, 2015, pág. 338).

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. GENERAL**

Predecir la condición de conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta de la provincia de Chimborazo.

#### **B. ESPECÍFICOS**

1. Determinar las características ecológicas de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta.
2. Determinar la condición de conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta.
3. Formular lineamientos para la conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta de la provincia de Chimborazo.

#### **IV. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

La predicción de la condición de conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta con confiabilidad superior al 90% contribuye al manejo sostenible del referido ecosistema.

## **V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **A. ECOSISTEMA PÁRAMO**

Dentro de los espacios naturales protegidos el ecosistema páramo es uno de los más representativos; los páramos forman un ecosistema estratégico gracias a las funciones primordiales para la sociedad que posee: son el principal regulador del sistema hídrico del país (incluyendo agua potable, agua para riego y agua para generación de electricidad). Son de suma importancia ecológica por su biodiversidad especial y brindan espacio para ejercer actividades agrícolas. Este último aspecto forma el nexo por excelencia de la gente con el ecosistema, y es la causa de que el páramo hoy en día contenga una gran diversidad de paisajes que va más allá de su ya notable diversidad natural (Hofstede, 2013).

Entre los distintos tipos de páramo que se conocen y que están determinados por su naturaleza, como páramos secos, páramos herbáceos, páramos de almohadillas, etc., (Hofstede, 2013). En los páramos el clima es frío y generalmente húmedo. La gran humedad no se evidencia tanto por una precipitación alta: aunque existen regiones donde la cantidad de lluvia por año alcanza más que 3.000 mm, la mayoría de los páramos tiene una precipitación media anual de unos 1.000 mm o menos.

Sin embargo, por el frío y la alta nubosidad a esta altura, la evaporación es muy baja y por esto existe un alto rendimiento de agua (precipitación - evaporación). Aparte de la precipitación vertical (lluvia), también llega bastante agua al ecosistema por precipitación horizontal: la intercepción de la niebla (Luteyn, 1996).

#### **1. Características**

##### **a. Clima**

El clima de los páramos se denomina alta montaña tropical, con temperaturas variables como: frío congelante durante la noche y calor de más de 25°C. La temperatura anual va desde los 2° a los 10°C y la precipitación oscila entre los 600 y 4000 mm (GADPCH, 2016).

##### **b. Hidrología**

Todas las principales cuencas del Ecuador incluyendo la vertiente del pacífico y la amazónica nacen en el páramo. Ciudades como Quito, Riobamba, Ambato y Cuenca y todas las ciudades de la Costa dependen el 100% del agua potable que tiene su origen en el páramo (GADPCH, 2016).

##### **c. Flora**

La diversidad del páramo disminuye a medida que incrementa la altitud, es decir, entre los 3000 y 3400 msnm aumenta y arriba de los 4000 msnm disminuye (Hofstede et al., 2014).

d. Fauna

La fauna del ecosistema páramo es poco estudiada, sin embargo, las especies emblemáticas son: El Cóndor (*Vultur gryphus*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*), el puma (*Puma concolor*), y especies en peligro de extinción, amenazadas o vulnerables, como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) o el tapir lanudo (*Tapirus pinchaque*) (Hofstede et al., 2014).

e. Suelo

El suelo de los páramos remonta hace 10 mil años atrás, en el Pleistoceno, cuando la totalidad de la extensión de páramo estuvo cubierta de hielo. En zonas donde existe volcanismo activo el proceso es lento. El suelo de los páramos es sin excepción joven (GADPCH, 2016).

## 2. Distribución del páramo

El páramo sólo se encuentra en zonas tropicales, es por eso que, en algunos países, aunque haya montañas altas y no tienen zonas tropicales, no hay páramos. En Sudamérica, los páramos forman un corredor insular desde la Cordillera de Mérida, en Venezuela, hasta la depresión de Huancabamba, en el norte del Perú. Los páramos están distribuidos como fragmentos o islas de vegetación paramera, separadas entre sí, en las zonas de menor altitud, por bosques andinos y otros ecosistemas (GADPCH, 2016).

## B. FORMACIONES VEGETALES

Las formaciones vegetales del Ecuador se encuentran en una serie de regiones naturales o ecorregiones con historias geológicas (Sierra, Cerón, Palacios, & Valencia, 1999), las mismas que emplean un sistema jerárquico de seis niveles.

### 1. Niveles

Tabla 5. 1. Niveles del Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental.

<b>NIVELES</b>	<b>CLASIFICADORES</b>
<b>NIVEL I</b> Clasificadores prescriptivos	Fisonomía: Bosque, Arbustal, Herbazal.
<b>NIVEL II</b> Clasificadores prescriptivos	Macrobioclima: tropical.
<b>NIVEL III</b> Clasificadores prescriptivos	Región Biogeográfica: Litoral, Andes, Amazonía. Relieve general: Costa, De Montaña, Oriente. Bioclima: pluvial, pluviestacional, xérico, desértico.
<b>NIVEL IV</b> Clasificadores prescriptivos	Provincia Biogeográfica: Chocó, Pacífico Ecuatorial, Andes del Norte, Amazonía Noroccidental. Macrorelieve: serranía, valle glaciar, valle

	<p>tectónico, cordillera, piedemonte, isla, piedemonte periandino, penillanura, llanura.</p> <p>Ombrotipo: desértico, semiárido, seco, subhúmedo, húmedo, hiperhúmedo, ultrahúmedo.</p> <p>Fenología general: siempreverde, siempreverde estacional, semideciduo, deciduo.</p> <p>Régimen de Inundación: inundado, inundable, no inundable.</p>
<p><b>NIVEL V</b> Clasificadores prescriptivos</p>	<p>Sector Biogeográfico: Chocó Ecuatorial, Jama-Zapotillo, Cordillera Costera del Chocó, Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, Cordillera Occidental, Catamayo-Alamor, Norte de la Cordillera Oriental, Sur de la Cordillera Oriental, Páramos, Valles, Aguarico-Putumayo-Caquetá, Napo-Curaray, Tigre-Pastaza, Abanico del Pastaza, Cordilleras Amazónicas.</p>
<p>Clasificadores opcionales</p>	<p>Mesorelieve</p> <p>Termotipo: infratropical, termotropical, mesotropical, supratropical, orotropical, criotropical</p> <p>Origen de aguas de inundación: ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas, ríos de origen amazónico.</p>
<p><b>NIVEL VI</b> Clasificadores prescriptivos</p>	<p>Pisos florísticos: tierras bajas, piemontano, montano bajo, montano, montano alto, montano alto superior, subnival.</p> <p>Composición florística.</p>
<p>Clasificadores opcionales</p>	<p>Tipos de agua por propiedades físico-químicas: negra, mixta; por contenido de sólidos disueltos: salobre, dulce.</p> <p>Sustratos litológicos particulares.</p> <p>Fisonomía específica o particular.</p>

Nota: (MAE, 2013)

El presente sistema de clasificación permite agrupar ecosistemas a diferentes escalas espaciales en relación con los factores característicos como (bioclima, biogeografía, geomorfología) que son utilizados de forma anidada para definir y proyectar geográficamente los ecosistemas del Ecuador continental; y al mismo tiempo usa criterios de clasificación homologables con otras iniciativas generadas en la región (MAE, 2013).

El Ecuador Continental presenta 91 formaciones vegetales. El análisis de ecosistemas se ha realizado para cada región biogeográfica del Ecuador, para la región biogeográfica Litoral fueron identificados y descritos 24 ecosistemas. En la región biogeográfica de los Andes se han identificado un total de 45 ecosistemas. En la Amazonía se han determinado un total de 22 ecosistemas amazónicos, cabe destacar que para esta región se incluyeron las Cordilleras Amazónicas: Cóndor, Kutukú y Galeras (11 ecosistemas) (MAE, 2013).



## 2. Herbazal del páramo

Es un ecosistema herbazal dominado por gramíneas que superan los 50 cm de altura, es característico de piso montano alto superior que se localiza principalmente en los valles glaciares, laderas y llanuras subglaciares que superan los 3400 msnm (MAE, 2013).

Tabla 5. 2. Factores diagnósticos del herbazal del páramo.

<b>FACTORES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<u>Fisionomía</u>	Vegetación herbácea
<u>Bioclima</u>	Hiperhúmedo
<u>Biogeografía</u>	Andes del norte (páramo)
<u>Fenología</u>	Siempreverde
<u>Piso bioclimático</u>	Montano alto y montano alto superior
<u>Geoforma</u>	De montaña

Nota: (MAE, 2013)

Nota:(Molina, 2019).

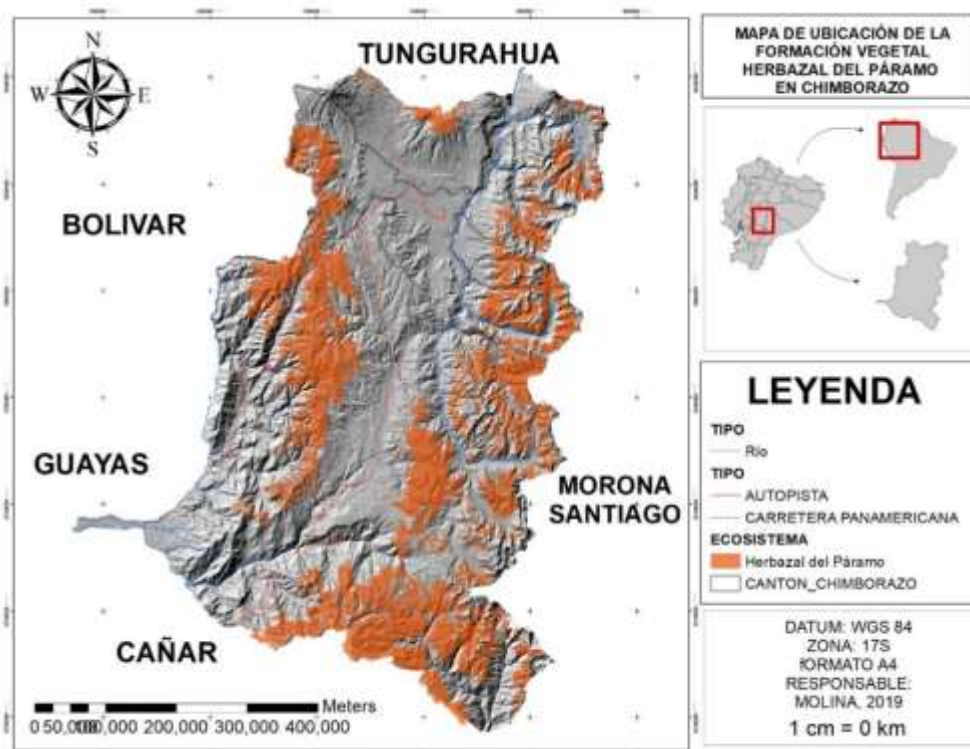


Figura 5. 1. Ubicación geográfica del herbazal del páramo en la provincia de Chimborazo.

Nota: (Molina, 2019).

Este ecosistema se caracteriza por poseer en su mayoría los géneros Calamagrostis, Agrostis, Fetuca, Cartaderia, Stipia, con un límite inferior 2900 msnm hasta de 3400 msnm.

a. Especies representativas

Las especies más representativas de la formación herbazal de páramo son las siguientes:

*Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis intermedia*, *C. recta*, *C. effusa*, *Chrysactinium acaule*, *Festuca asplundii*, *Gnaphalium pensylvanicum*, *Oreomyrrhis andicola*, *Pteridium arachnoideum*, *Puya lanata*, *P. eryngioides*, *P. pygmaea*, *Paspalum tuberosum*, *Stipa ichu*, *Viola humboldtii*.

b. Referencias geográficas

La formación vegetal herbazal del páramo está presente en las siguientes provincias del país, específicamente en los cantones que se mencionarán a continuación:

- Imbabura: Cotacachi;
- Pichincha: Cayambe, Guamaní, Oyacachi, Reserva Ecológica Antisana;
- Cotopaxi: vía a Chalupas;
- Tungurahua: El Altar;
- Azuay: Cajas, Carboncillo, Oña;
- El Oro: Achupallas Blancas, Cerro de Arcos, cordillera Cordoncillo;
- Loja: Cajanuma (Parque Nacional Podocarpus), Cerro Ventanas, Daldal, Fierro Urco, Jimbura, Villonaco, alrededores de la Hoya de Loja, Sierra Sabanilla, Parque Nacional Yacuri.

### C. PLANIFICACIÓN SISTÉMICA DE LA CONSERVACIÓN

La planificación sistémica de la conservación aproxima la planificación de la conservación biológica mediante pasos que incluyen diversas técnicas como:

- Recopilación de datos sobre la biodiversidad de la región (mediante cartografía, realización de patrones de biodiversidad) así como socioeconómicos que permitan determinar áreas prioritarias de conservación.
- Identificación de objetivos de conservación.
- Revisión de la representatividad de áreas protegidas existentes.
- Selección de espacios naturales adicionales a su protección.
- Implementación de acciones de conservación.
- Gestión para la persistencia de la biodiversidad (Margules & Sarkar , 2007).

La aplicación de la Planificación Sistémica de la Conservación engloba el uso de distintas técnicas o metodologías independientes, cuyas líneas de investigación se encuentran ampliamente desarrolladas, pero, raras veces se ha llevado a cabo de manera completa, aunque existen en la literatura ejemplos de su aplicación adaptada a diversas realidades en diferentes proyectos (Margules & Sarkar , 2007).

## 1. Vacíos y prioridades de conservación

La Identificación de Vacíos y Prioridades de Conservación (IVPC) es un análisis de planificación territorial espacialmente explícito cuyo objetivo es identificar áreas prioritarias de conservación basadas en el estado actual de la biodiversidad, su representatividad dentro del sistema de áreas protegidas, e información sobre variables que evalúan directa o indirectamente su persistencia en el futuro (Margules & Pressey, 2000).

El análisis de vacíos de conservación consiste en una comparación de la distribución de distintos componentes de la biodiversidad (hábitat/especie), con la distribución de áreas protegidas existentes, los vacíos muchas veces son consecuencia del establecimiento del ad hoc de área protegida (Margules & Pressey, 2000).

El análisis de vacíos de conservación procede de cuatro pasos:

- Identificación y clasificación de la biodiversidad en la zona de estudio.
- Localización de las áreas manejadas desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad.
- Identificación de áreas no representadas en dicha gestión y;
- Establecimiento de prioridades de acción para la conservación en las áreas no adecuadamente representadas (Margules & Pressey, 2000).

## 2. Redes funcionales

Existen nuevos sistemas para conservar la biodiversidad que de alguna forma se ha visto amenazada las cuales se denominan redes funcionales o de conservación que, son conjuntos integrados de sitios y paisajes diseñados para conservar las especies de escala regional dentro de su rango de variabilidad, así también las redes funcionales proporcionan un adecuado contexto espacial, configuración y conectividad para la conservación de especies de escala regional con o sin consideración explícita de la biodiversidad a escalas más finas (Poiani, Richter, Anderson, & Richter, 2000).

Sitios o paisajes dentro de las redes funcionales se pueden organizar contiguamente dentro de una región o en varias regiones adyacentes para proteger especies como la migración de especies. Por el contrario, sitios o paisajes pueden formar una serie de escalones repartidos en muchas regiones para proteger especies migratorias, como ciertas aves, insectos y murciélagos (Poiani, Richter, Anderson, & Richter, 2000).

## D. SIG Y TELEDETECCIÓN

### 1. Sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica según Maguire (2007, pág. 10) se definen como “un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y

lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos, con el fin de satisfacer múltiples propósitos”. Los SIG’s son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

a. Construcción y componentes de un SIG

La construcción e implementación de un SIG, en cualquier organización es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continúa. Los análisis y estudios anteriores a la implementación de un SIG, son similares a los que se deben realizar para establecer cualquier otro sistema de información. Pero en los SIG’s, además, hay que considerar las especiales características de los datos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización (Maguire, 2007).

Los componentes de un SIG son:

1) Tecnología

Los SIG’s corren en un amplio rango de tipos de computadores, desde equipos centralizados, hasta configuraciones individuales o de red, una organización requiere de hardware (equipo) suficientemente específico para cumplir con las necesidades de aplicación, además de los programas o software, son necesarias herramientas y funcionalidades para almacenar, analizar y mostrar información geográfica (Instituto Humboldt, 2007).

2) Datos

El componente más importante para un SIG es la información. Se requiere de buenos datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar a preguntas de la forma más acertada posible. La consecución de buenos datos generalmente absorbe entre un 60 y 80 % del presupuesto de implementación del SIG, y la recolección de los datos es un proceso largo que frecuentemente demora el desarrollo de productos que son de utilidad (Instituto Humboldt, 2007).

3) Personal

Las tecnologías SIG’s, son de valor limitado sin los especialistas en manejar el sistema y desarrollar planes de implementación del mismo. Sin el personal experto en su desarrollo, la información se desactualiza y se maneja erróneamente, el hardware y el software no se manipula en todo su potencial (Instituto Humboldt, 2007).

4) Procedimientos o Métodos

Para que un SIG tenga una implementación exitosa, debe basarse en un buen diseño y reglas de actividad definidas, que son los modelos y prácticas operativas exclusivas en cada organización. La recolección de información y la introducción de la misma en el sistema, requiere de una gran

calidad de diseño y trabajo, una capacitación intensiva y un control frecuente para vigilar la calidad. En otras palabras, además de contar con equipos y programas adecuados para realizar el trabajo, la utilización eficaz del SIG, requiere contar con personal suficientemente capacitado, así como con servicios de planificación, organización y supervisión, que permitan mantener la calidad de los datos y la integridad de los productos finales (Instituto Humboldt, 2007).

## 2. Teledetección

La teledetección es el procesamiento o técnica de adquisición de información sin tener contacto directo con ella. Sin embargo, de un modo más restringido, y en el ámbito de las ciencias de la Tierra, la Teledetección es entendida como una técnica que tiene por objeto la captura, tratamiento y análisis de imágenes digitales tomadas desde satélites artificiales (Gutiérrez & Nieto, 2006).

### a. Tipos de satélites de teledetección

Los satélites se caracterizan por el tipo de resolución por lo que puede ser de tres tipos: espectral, temporal y espacial”. En donde la resolución espectral se refiere al número de bandas o capas de almacenamiento, la resolución temporal se refiere al periodo de adquisición de datos del satélite y la espacial menciona al nivel de detalle que puede ser obtenido por el satélite y generalmente se representa mediante la dimensión del píxel(Moyota, 2015).

#### 1) Satélite Sentinel

El satélite Sentinel aparece en el año 2014, mismos que suministran datos de manera operativa presenta varios sensores empleados en la teledetección y fue diseñado para obtener datos de los recursos terrestres. Existen varios tipos de satélites Sentinel como:

- Sentinel 1 (Radar de apertura sintética).
- Sentinel 2 (Imágenes multiespectrales de alta resolución)
- Sentinel 3 (Atmósfera, oceanografía y aplicaciones terrestres).

### b. Índices de vegetación

Los índices de vegetación son transformaciones que implican efectuar una combinación matemática entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas espectrales de la misma imagen” (Esperanza & Zerda, 2002).

#### 1) Índice Normalizado Diferencial de Vegetación(NDVI)

Es un índice que permite identificar la presencia de vegetación verde en la superficie y caracterizar su distribución espacial. Se calcula como la diferencia normalizada entre la banda del rojo (R) y del infrarrojo cercano (NIR) (CONAE, 2016).

El NDVI permite identificar la presencia de vegetación verde en la superficie y caracterizar su distribución espacial, así como, la evolución de su estado a lo largo del tiempo. El índice de vegetación de diferencia normalizada se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

*Dónde:*

**NIR**= reflectancia corregida atmosférica correspondiente al infrarrojo cercano.

**R**= reflectancia corregida atmosférica correspondiente al rojo (CONAE, 2016).

“Los valores de este índice fluctúan entre -1 y 1. Diversos estudios y publicaciones señalan que valores por encima de 0.1 indican presencia de vegetación, y cuanto más alto sea el valor de este índice, las condiciones de vigor son mejores.” (Díaz, 2015).

ENVI 5 utiliza la siguiente ecuación para generar el resultado  $\text{NDVI} = ((\text{IR} - \text{R}) / (\text{IR} + \text{R})) * 100$ .

## 2) Índice de Vegetación ajustado con el suelo(SAVI)

Este índice se calcula como la diferencia normalizada entre la banda roja (R) y la banda del infrarrojo cercano (NIR) ajustado con un factor “L”, que es la componente de brillo del suelo que se define con un valor de 0.5 y 0.15, ya que se ajusta mejor a todo tipo de cobertura (Huete, 1985).

El Índice de vegetación ajustado al suelo se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{SAVI} = [(\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R} + \text{L})] * (1 + \text{L})$$

*Donde:*

**NIR** = reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al infrarrojo cercano

**R** = reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al rojo

**L** = es un parámetro que varía según la densidad de la vegetación, para densidades intermedias, como en el caso de las imágenes de satélite, se toma 0,5 o 0.15 (CONAE, 2016).

## 3) El índice de Agua de Diferencia Normalizada(NDWI)

El NDWI provee información del estrés hídrico de la vegetación. Por lo cual utiliza la combinación de las reflectancias a 0.86  $\mu\text{m}$  y 1.24  $\mu\text{m}$  eliminando las variaciones inducidas por la estructura

interna de los tejidos vegetales y su contenido de materia seca, mejorando la precisión en la determinación del contenido de agua de la vegetación” (SNIA, 2016).

Los valores del índice poseen un rango de -1 a +1, estando los valores menores a 0 asociados a superficies brillantes sin presencia de vegetación o agua y los mayores a 0 asociados a presencia de agua y vegetación. Cuanto más se acerca a 1, mayor es el contenido de agua. El índice de agua de diferencia normalizada se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{NDWI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$$

*Donde:*

**NIR** = reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al infrarrojo cercano

**SWIR** = reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente a la banda verde 6 o 3 dependiendo el tipo de imagen satelital Landsat (CONAE, 2016).

### 3. **Random Forest**

Random Forest es una combinación de árboles predictores tal que cada árbol depende de los valores de un vector aleatorio probado independientemente y con la misma distribución para cada uno de estos (Debreuve, 2015).

Random Forest es un software que selecciona aleatoriamente atributos para la construcción de árboles de decisión con variación controlada; a la vez trabaja con algoritmos de entrenamiento y es muy simple de ajustar. Como consecuencia Random Forest permitirá saber información precisa de lugares de difícil acceso y presentará resultados futuros como modelos precisos de las áreas de estudio (Debreuve, 2015).

#### a. Etapa de entrenamiento

Las etapas de entrenamiento del software son:

- 1) Aleatoriamente se crea un conjunto de datos de entrenamiento. Al seleccionarse aleatoriamente la información no todos los datos del conjunto general estarán en el conjunto de entrenamiento. La probabilidad de que un dato particular esté en el conjunto de entrenamiento es apropiadamente 66%.
- 2) Los datos que no forman parte del conjunto de entrenamiento forman el conjunto de validación o auto of bag data (OOB data).
- 3) En cada punto de división del árbol o nodo, la búsqueda de la mejor variable para dividir los datos no se realiza sobre todas las variables sino sobre un subconjunto,  $m$ , de las mismas. La elección del subconjunto de variables se realiza de forma aleatoria.

4) Se busca la mejor división de los datos de entrenamiento teniendo en cuenta solo al m variable seleccionadas. Para esta tarea se debe implementar una función objetivo. Habitualmente ésta es la entropía o el índice de Gini(Debreuve, 2015).

#### **4. Análisis de superposición**

La superposición cartográfica se usa para describir condiciones existentes y desplegar cambios potenciales resultantes de la acción propuesta. El análisis de superposición presenta un grupo de metodologías aplicadas en el modelado de adecuación. Es una técnica para la aplicación de una escala común de valores en diversas entradas que son distintas entre sí para generar un análisis integrado(Esri, 2016).

##### **a. Métodos de superposición**

En general, existen dos métodos para realizar el análisis de superposición: superposición de entidades (puntos, líneas o polígonos que se superponen) y superposición de rásteres. Algunos tipos de análisis de superposición se prestan a uno u otro de estos métodos. El análisis de superposición para buscar las ubicaciones que reúnen determinados criterios, a menudo, se realiza mejor con la superposición de rásteres (aunque se puede hacer con los datos de entidades). Por supuesto, esto también depende de si los datos ya están almacenados como entidades o rásteres. Puede ser útil convertir los datos de un formato a otro para realizar el análisis(Esri, 2016).

##### **b. Superposición de entidades**

Los elementos clave en la superposición de entidades son la capa de entrada, la capa de superposición y la capa de salida. La función superposición divide las entidades de la capa de entrada donde están superpuestas por las entidades de la capa de superposición. Se crean nuevas áreas donde intersecan los polígonos. Si la capa de entrada contiene líneas, las líneas se dividen donde las cruzan los polígonos.

Estas nuevas entidades se almacenan en la capa de salida, la capa de entrada original no se modifica. Los atributos de las entidades de la capa de superposición se asignan a las nuevas entidades correspondientes en la capa de salida, junto con los atributos originales de la capa de entrada(Esri, 2016).

##### **c. Superposición de Rásteres**

En la superposición de rásteres, cada celda de cada capa hace referencia a la misma ubicación geográfica. Esto la hace apta para combinar las características de varias capas en una sola capa. Generalmente, se asignan valores numéricos a cada característica, lo que le permite combinar matemáticamente las capas y asignar un nuevo valor a cada celda en la capa de salida(Esri, 2016).



## 5. Análisis cartográfico

La cartografía permite conocer con exactitud el geoide, es decir, simplifica la forma de la tierra asemejándola a un elipsoide o a una esfera regular, figuras geométricas cuya formulación matemática es perfectamente conocida. Sin embargo, ningún caso es posible la representación de la tierra en tamaño real, por lo que se debe plantear una relación entre una distancia sobre el mapa y su correspondiente sobre la superficie terrestre, la escala.

### a. Proyecciones cartográficas

Una proyección cartográfica es una correspondencia biunívoca entre los puntos de la superficie terrestre y sus transformados en el plano de proyección. Este método consiste en establecer una radiación de semirrectas a través de un punto, llamado vértice de proyección; se consigue así una correspondencia entre cada punto interceptado en la esfera y su homólogo en el plano cortado por la misma semirrecta según el Instituto Geográfico Nacional(IGN, 2010).

Las proyecciones no impiden ciertas distorsiones que, según como se proyecten, pueden afectar a la forma, al área, a las distancias o a los ángulos de los elementos representados, y aquí surge otro aspecto importante de la cartografía: decidir qué proyección se va a utilizar para minimizar esas distorsiones (IGN, 2010).

### b. Representación de datos

Para la representación de un objeto cartográfico cualquiera en un mapa es fundamental conocer las características como dimensiones, nivel de medida, distribución, este análisis de las características de los datos permite elegir la simbología adecuada para la representación de fenómenos geográficos (IGN, 2010).

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

#### 1. Localización

El presente trabajo se desarrolló en los cantones Riobamba y Colta de la provincia de Chimborazo.

#### 2. Ubicación geográfica

Los cantones Riobamba y Colta tienen las siguientes coordenadas:

Tabla 6. 1. Coordenadas de los cantones Colta y Riobamba.

Colta	Riobamba
Latitud: 1°44'04.33''	Latitud: 1°39'48.63''
Longitud: 78° 45'52.76''	Longitud: 78° 39'16.73''
Altitud: 3212 msnm.	Altitud: 2764 msnm.

Nota: (Molina, 2018).

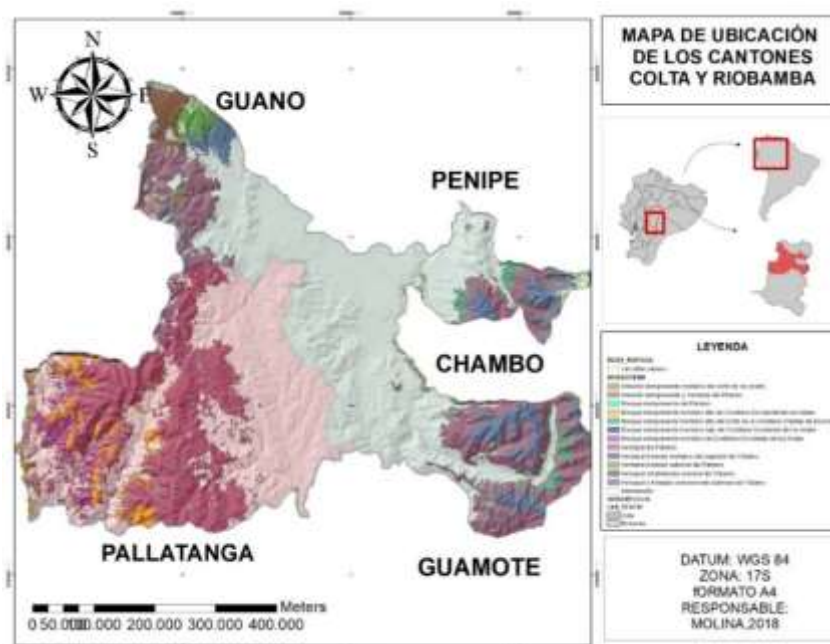


Figura 6. 1. Ubicación geográfica de los cantones Colta y Riobamba de la provincia de Chimborazo

Nota: (Molina, 2019)

### 3. **Límites**

Los límites de los cantones Colta y Riobamba son:

- Norte: cantón Guano y Penipe
- Sur: cantón Pallatanga y Guamote
- Este: cantón Chambo
- Oeste: provincia de Bolívar (Ver figura 6.1).

### 4. **División político-administrativo**

El cantón Riobamba se encuentra constituido por cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Luzarzaburu, Velasco y Yuriquíes. Y a la vez constituido por once parroquias rurales como: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijies, San Luis, Pungalá y Licán (Cadena, 2015).

El cantón Colta cuenta con dos parroquias urbanas que son Cajabamba y Cicalpa y cuatro rurales que son Cañi, Columbe, Juan de Velasco y Santiago de Quito (Municipio de Colta, 2012).

### 5. **Características climáticas**

#### a. Clima

Generalmente el clima del cantón Riobamba es frío y de vegetación variable ya que se encuentra en el centro del callejón interandino, donde se aprecian seis estaciones:

- Ecuatorial frío alta montaña en las parroquias de Calpi, Pungalá, este y oeste de Quimiag, noreste de Licto, sur de San Juan y oeste de Licán.
- Ecuatorial frío seco de alta montaña al norte de San Juan.
- Ecuatorial frío semihúmedo de alta montaña en San Juan, centro de Quimiag y suroeste de Pungalá.
- Ecuatorial mesotérmico húmedo alta montaña en la parroquia de Licto.
- Ecuatorial mesotérmico seco en la ciudad de Riobamba.
- Ecuatorial mesotérmico semi húmedo en las parroquias de Licán, Cacha, Cubijies, San Luis, Punín y Flores (Cadena, 2015).

Mientras que el clima del cantón Colta posee variedad de microclimas desde los 6°C hasta los 20°C (Municipio de Colta, 2012).

#### b. Precipitación

La precipitación del cantón Riobamba es de 564,5 mm al año en donde los meses con mayor cantidad de lluvia son enero, marzo, abril, mayo, abril, mayo y los meses con menor presencia de

lluvia son los de febrero, julio, agosto (Cadena, 2015). La precipitación del cantón Colta es de 250 a 100 mm anuales (Municipio de Colta, 2012).

c. Humedad relativa

El cantón Riobamba presenta el 63,1% de humedad relativa siendo los meses de julio, septiembre y noviembre los de menor humedad relativa y el mes de mayor humedad es el de diciembre (Cadena, 2015). El cantón Colta presenta una humedad relativa de 73% (Municipio de Colta, 2012).

## 6. Clasificación ecológica

Tabla 6. 2. Ecosistemas de los cantones Riobamba y Colta.

ECOSISTEMAS	PORCENTAJE/C HIMBORAZO	ECO. FRÁGILES
Arbustal siempreverde Montano del norte de los Andes	0,44%	Bosques andinos
Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	0,33%	Bosques andinos
Bosque siempreverde del Páramo	0,004%	Bosques andinos
Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes	1,004%	Bosques andinos
Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	0,38%	Bosques andinos
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	0,01%	Bosques andinos
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	0,85%	Bosques andinos
Herbazal del Páramo	32,02%	Bosques andinos
Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	4,02%	Bosques andinos
Herbazal húmedo subnival del Páramo	0,27%	Bosques andinos
Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo	1,16%	Bosques andinos
Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	2,46%	Bosques andinos
<b>TOTAL</b>	<b>42,95%</b>	

Nota: (GADPCH, 2015).

Nota: (Molina, 2018).

## 7. Características del suelo

a. Características físicas y químicas

El cantón Riobamba ha sufrido una gran transformación en el uso de suelo en los últimos 330 años por la movilidad de la población rural hacia las zonas urbanas, así como por el acelerado deterioro en la calidad del suelo (Cadena, 2015). El cantón Colta presenta montañas, pendientes y valles

escalonados que son de origen volcánico con textura franco arenosa con problemas de erosión (Municipio de Colta, 2012).

b. Relieve

El cantón Riobamba presenta un relieve irregular donde predominan montañas con presencia de cuevas, colinas altas, edificios volcánicos, pero también presenta ligeras ondulaciones (Cadena, 2015).

**8. Materiales y equipos**

a. Materiales

Papel bond, esferos, lápices, minas, corrector, libreta de campo, borrador.

b. Equipos

GPS, computadora, cámara fotográfica, impresora, memory flash.

## **B. METODOLOGÍA**

El presente trabajo es una investigación de tipodescriptiva, analítica y exploratoria que se ejecutó a través de revisiones bibliográficas, análisis espacial análisis cartográfico y de campo a nivel descriptivo, analítico y prospectivo. Cuyos objetivos se cumplieron de la siguiente manera:

### **1. Primer objetivo: Caracterización ecológica de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta.**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó lo siguiente:

a. Validación de información ecológica

1) Investigación de campo

a) Observación directa

Para las salidas de campo se crearon itinerarios para explorar las zonas del ecosistema herbazal del páramo para lo cual se planificaron visitas para recolectar información que posteriormente se realizó georreferenciación y delimitación.

b. Recopilación de información ecológica

1) Investigación documental

a) Síntesis

Se recopiló información de las características del ecosistema herbazal del páramo de documentos oficiales y para la correcta caracterización del mismo se definieron criterios como:

i. Localización

- Ubicación
- Coordenadas
- Poblados
- Altitud
- Extensión de herbazal de páramo

ii. Características físicas y climáticas de la formación

- Fisonomía
- Bioclima
- Fenología

- iii. Amenazas
  - Deforestación
  - Susceptibilidades a incendios
  - Susceptibilidades a sequías
- 2) Generación de información cartográfica

Con la ayuda del software ArcMap 10.3, se digitalizó la información obtenida anteriormente y se realizaron mapas de caracterización del ecosistema herbazal del páramo en los cantones Colta y Riobamba.

**2. Segundo objetivo: Determinar la condición de la conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta.**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó lo siguiente:

- a) Identificación de sitios de muestreo

Para la identificación de sitios de muestreo se definieron parámetros y variables para la discriminación de información como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. 3. Parámetros para identificar sitios de muestreo

<b>Parámetros</b>	<b>Variables</b>	<b>Descriptor</b>
<b>Aspectos ecológicos</b>	Clima	El clima es un conjunto de condiciones atmosféricas propias de un sitio. El clima de los páramos varía de los 2°C hasta los 10°C máximo.
<b>Rasgos paisajísticos</b>	Diversidad paisajística (baja, media, alta)	Se denomina al conjunto de ecosistemas en un mismo paisaje.
	Altitud	Es la distancia que existe desde la superficie terrestre con respecto al nivel del mar. El páramo tiene una altitud que va desde los 300 msnm hasta los 4500 msnm.
<b>Impacto Ambiental</b>	Población censo 2010	Es el conjunto de habitantes en un mismo lugar
	Grado de perturbación antrópica	Impacto generado por el ser humano sobre el medio ambiente
<b>Accesibilidad</b>	Cercanía a centros poblados	Circunstancia de estar cerca de los sitios poblados como comunidades.

	Complejidad geomorfológica	Factores demográficos de difícil acceso.
	Cercanía a vía de acceso	Circunstancia de estar cerca de vías de acceso de primer y segundo orden.
<b>Régimen de conservación</b>	Gestión pasiva	Cuando el gestor no toma decisiones de inversión. (Sólo monitoreo y control)
	Gestión activa	Cuando el gestor toma decisiones de inversión (Plan de manejo, recursos)
	Gestión activa operativa	Cuando el gestor toma decisiones de inversión (Plan de manejo detallado con actividades y sub actividades, cronograma por día, recursos)

Nota: (Molina, 2018).

b) Establecimiento de transectos

Se establecieron 21 transectos distribuidos en 2 zonas planificadas en escritorio, 1 zona en el cantón Riobamba y 1 zona en el cantón Colta, los cuales ayudaron a determinar la condición de la formación vegetal herbazal del páramo.

c) Levantamiento de información de campo

Una vez organizados los sitios de muestreo, se realizaron las salidas de campo en donde se levantó la información para la determinación de la condición de conservación como se muestra en la tabla 6.4.

d) Determinación de condición por sitio

Para el cálculo de condición de conservación por sitio se aplicó una adaptación de la relación propuesta por (Hofstede R. et al., 2002).

$$\frac{FN + FLN + \left(\frac{ABS + MO}{2}\right)}{3} - \frac{(P + FP)}{2}$$

Dónde: *FN*=fauna nativa, *FLN*= flora nativa, *S*= suelo *MO*= materia orgánica, *ABS*= Actividad Biológica del suelo, *P*= presiones, *FP*= fuentes de presión.

La determinación de FN, FLN, P, FP fue técnica en el sitio, para la materia orgánica y actividad biológica del suelo se tomaron muestras de 1 kg. de suelo con un total de 11 muestras de suelo compuestas para la zona 1 y 10 muestras compuestas de suelos para la zona 2. Se utilizó el método



de muestreo en zig-zag de acuerdo a (INTA, 2013) , a 30 cm de profundidad para analizarlas en el laboratorio y determinar la población microbiana así como su tasa de respiración considerada uno de los parámetros de evaluación de la actividad biológica de esos suelos y determinación de materia orgánica.

Los parámetros y la escala de puntuación de evaluación fueron los siguientes:

Tabla 6. 4. Parámetros para evaluar condición de conservación.

Parámetros		Definición	Criterios de puntuación			
			0.1 - 1	1.1- 2	2.1 - 3	3.1 - 4
1	Fauna Nativa	Nivel de especies de animales propios del sitio.	No (0.1)	N/A	N/A	Si (4)
2	Flora Nativa	Nivel de especies de plantas propias del sitio.	No (0.1)	N/A	N/A	Si (4)
3	Materia orgánica (MO)	Nivel de restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos.	Nada (<0,9%)	Moderado (<1,0-1,9%)	Alto (2,0-2,5%)	Muy Alto (>3.6%)
4	Suelo Actividad Biológica del Suelo (ABS)	Nivel de respiración mediante la determinación de CO2 producido por los microorganismos.	Sin actividad del suelo (10,64-14,28)	Actividad del suelo Moderado (14,29-26,88)	Actividad del suelo ideal (26,89 – 53,76)	Actividad del suelo inusualmente alta (53,77-71,68)
5	Presión	Daño funcional o la degradación de los atributos clave de un objeto de conservación, lo cual disminuye su viabilidad	Nada	Moderado	Alto	Muy Alto
6	Fuentes de presión	Causas que producen las presiones o degradaciones	Nada	Moderado	Alto	Muy Alto

Evaluación

Nota:(Rioja, 2002).

Nota: (Woods End Research, 1997).

Nota: (Molina, 2019).

Para determinar la condición de conservación por sitio se determinó la siguiente escala:

Tabla 6. 5. Escala para determinar de la condición de conservación

Nº	Rango (0,1 - 4,00)	Significado
1	0,1 - 1,33	Condición de conservación baja
2	1,34 - 2,66	Condición de conservación moderada
3	2,67 - 4	Condición de conservación buena

Nota (Molina,2019)

e) Determinación de la condición de conservación por zona

1) Obtención y corrección de imágenes de satélite

Para el proceso de teledetección se recopilaron las siguientes imágenes de satélite del cantón Riobamba y Colta obtenidas del USGSS del satélite Sentinel 1, mismas que pasaron por un proceso de calibración y corrección atmosférica a través del programa Sen2cor con el Python Anaconda y con el software Qgis 3.8.

Seguido de esto, se creó un mosaico de cada cantón con las imágenes satelitales corregidas para la obtención de cinco índices espectrales y el modelo de elevación digital con la ayuda del software ArcMap 10.3.

## 2) Aplicación del algoritmo Random forest

La aplicación del algoritmo Random forest se realizó en dos entrenamientos:

Para el procesamiento de los datos se crea una base de datos inicial en Excel donde se tomaron en cuenta la información generada en campo y la información para la discriminación generada en escritorio como vías, ríos, ciudad, y otras formaciones vegetales diferentes al herbazal del páramo. Una vez realizado esto, se procedió a crear un mosaico de cada cantón y convertir de raster a puntos con la ayuda del software ArcGis 10.3.

Seguido de esto, se procesó los datos bases con los puntos resultado del raster de cada mosaico y se obtuvo un resultado final en puntos con la clasificación dada para convertirle en raster y poder visualizar los datos obtenidos

## 3) Análisis de resultados

Con la ayuda del software ArcGis 10.3, se digitalizó la información obtenida en las salidas de campo y la información generada del algoritmo en forma de píxeles de cada condición de conservación de las zonas de páramo identificadas para posteriormente realizar la elaboración de mapas para el respectivo análisis con las siguientes variables:

- Porcentaje de cada condición con respecto a cada cantón
- Usos de suelo en parroquias con mayor presencia de herbazal de páramo
- Presencia de áreas protegidas o modalidades de conservación en los cantones
- Relación de resultados obtenidos con resultados del Ministerio de Ambiente

### 3. **Tercer objetivo: Formular lineamientos para la conservación del herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta de la provincia de Chimborazo**

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó la metodología adaptada de PCA(Granizo et al., 2006), que se encarga de identificar prioridades de conservación en áreas de importancia para la biodiversidad cuyo proceso son definir objetos de conservación, su viabilidad, las presiones y sus fuentes.

a. Identificación de amenazas

Para definir medidas de conservación se analizaron amenazas directas, amenazas indirectas mediante entrevistas a los pobladores locales y además se analizaron las oportunidades como se muestra en la siguiente figura.



Figura 6. 2. Identificación de amenazas

Nota: (Moreno et al., 2014).

Con esta técnica se planificaron elementos estratégicos de manejo y se detallaron los principales objetivos, resultados y estrategias de la formación vegetal herbazal del páramo para definir lineamientos de manejo.

b. Estructuración de lineamientos



Figura 6. 3. Identificación de lineamientos.

Nota: (Moreno et al., otros, 2014).

A partir del análisis de la situación de la formación herbazal del páramo en cada uno de los cantones que se obtuvo a partir de consulta con expertos, se determinaron objetivos, estrategias y resultados.

c. Perfil del programa

Una vez estructurado el lineamiento de la formación herbazal de páramo en los dos cantones, se formularon programas y proyectos con los siguientes parámetros:

- Nombre del programa
- Justificación
- Objetivos
- Estructura analítica

Para la estructura analítica se utilizó la matriz de marco lógico, misma que responde a una lógica vertical y horizontal (Tabla 6.6)

## VII. RESULTADOS

### A. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LA FORMACIÓN VEGETAL HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA

La formación vegetal herbazal del páramo presenta las siguientes características:

#### 1. Cantón Riobamba

a. Localización

1) Ubicación

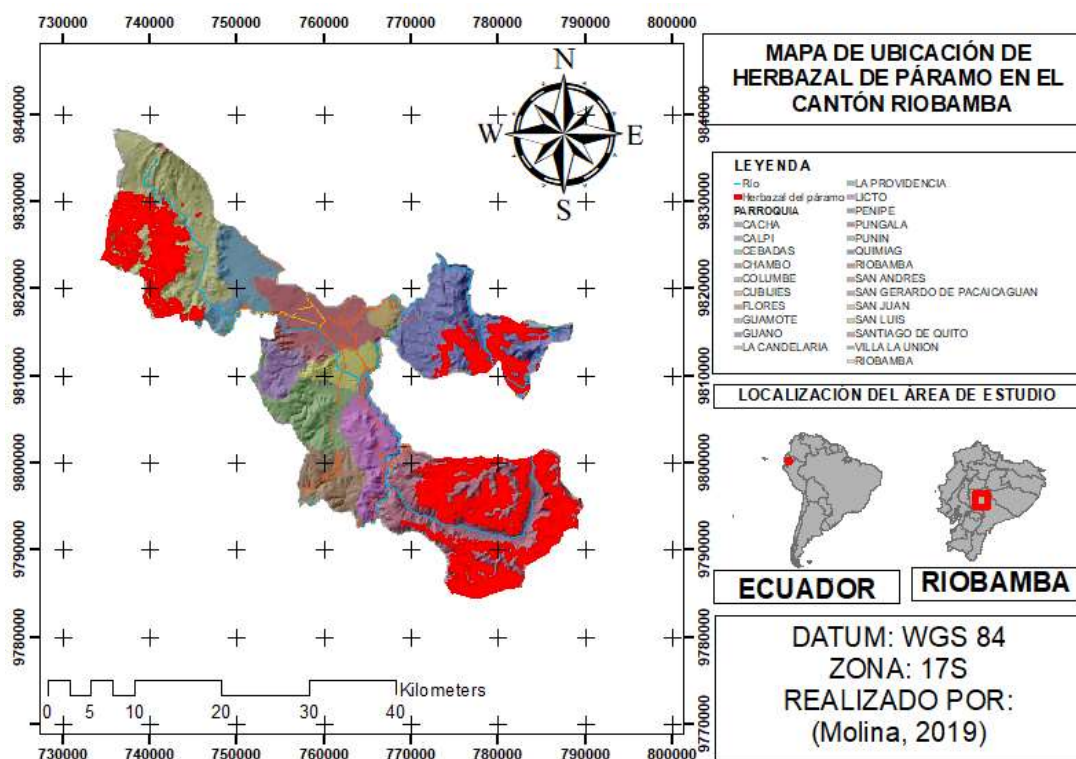


Figura 7. 1. Mapa de ubicación geográfica de la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

El cantón Riobamba se encuentra al norte de la provincia de Chimborazo con una extensión de 98,269.44 ha, donde existe cantidad de la formación herbazal de páramo, principalmente en las parroquias San Juan, Quimiag y Pungalá.

## 2) Coordenadas

Las coordenadas geográficas del punto central del cantón Riobamba son:

Latitud: 1°42'57.27" S

Longitud: 78°38'04.12" W

## 3) Poblados

Los poblados del cantón Riobamba son: 5 parroquias urbanas y 11 rurales (GADMR, 2015), en donde, las parroquias menos pobladas son Pungalá, San Juan, y Quimiag por su extensión geográfica y extensión de páramo, como se muestra en la figura 7.3. Además, los poblados que están dentro de la formación herbazal de páramo son: Comuna Pulinguí San pablo, Calera Santa Rosa, Ganquis, Chagnapamba, Chanchán y Peltetec.

## 4) Altitud

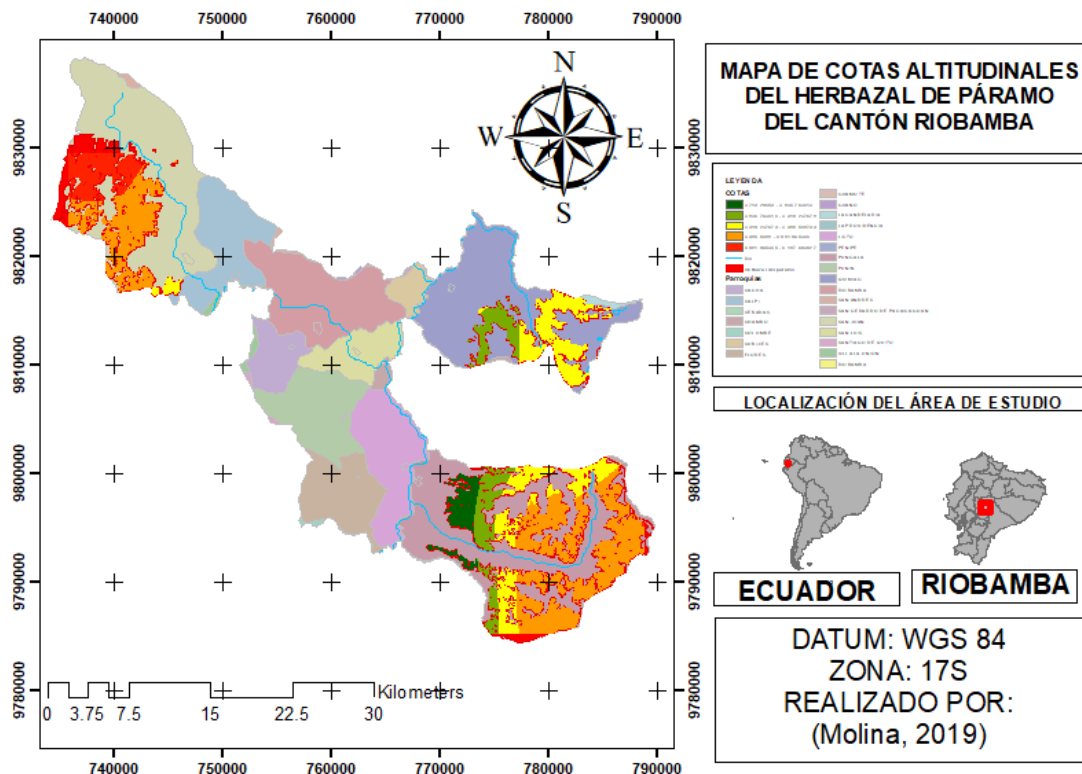


Figura 7. 2. Cotras altitudinales de la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba  
 Nota: (Molina, 2019).

El cantón Riobamba presenta una altitud que va desde los 1741 msnm hasta los 4685 msnm (GADMR, 2015); en la parroquia San Juan se encuentra concentrado gran parte de la formación herbazal de páramo presenta una altitud que va desde los 3719 hasta los 4187 msnm y la parroquia Quimiag presenta una altitud que varía desde los 3050 hasta los 4685 msnm

5) Extensión de herbazal del páramo

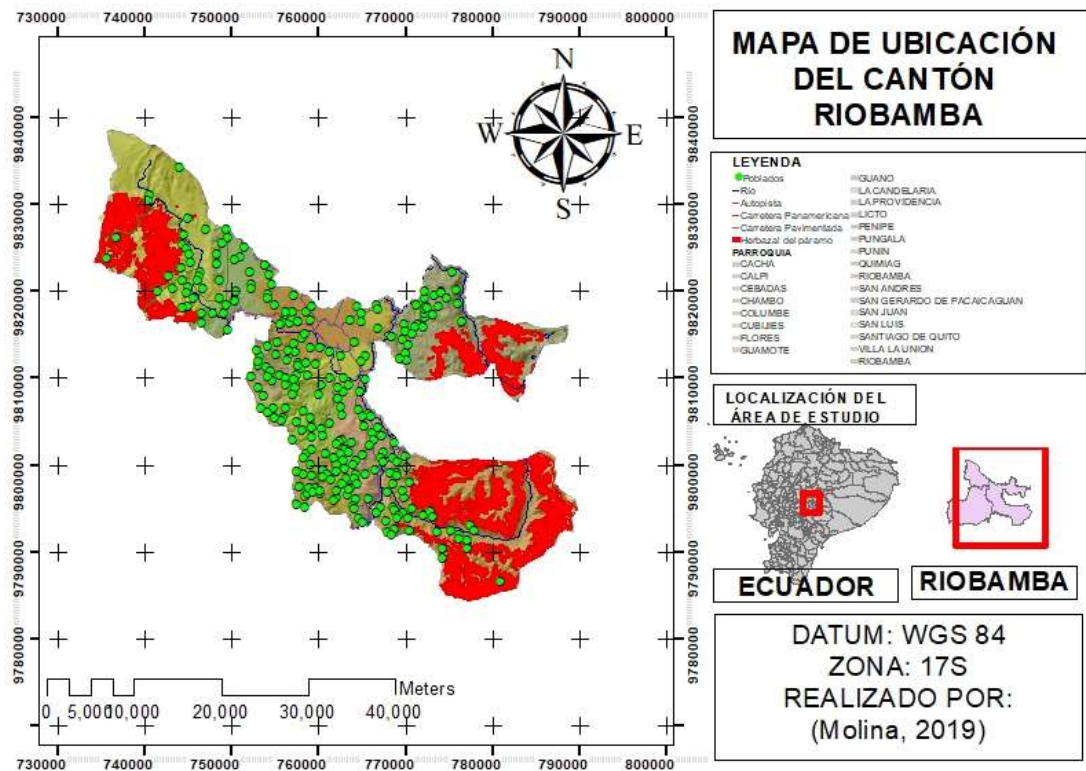


Figura 7. 3 Mapa de extensión de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Riobamba  
 Nota: (Molina, 2019).

En el cantón Riobamba, la formación vegetal herbazal del páramo tiene una extensión de 22,286.68 hectáreas, que representa el 22, 44% del 100% del cantón, mismo que es un porcentaje importante, además la formación herbazal de páramo representa el 0, 09% del Ecuador continental.

b. Características físicas y climáticas de la formación

1) Fisonomía



Figura 7. 4. Fisonomía de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

Esta formación está compuesta principalmente por vegetación herbácea como el pajonal que presenta hojas largas y delgadas en forma de penachos, el cual ocupa mayor superficie de la zona de páramos en el Ecuador (Hofstede R. et al., 2002).

## 2) Bioclima

El clima del páramo en el cantón es generalmente frío y lluvioso.

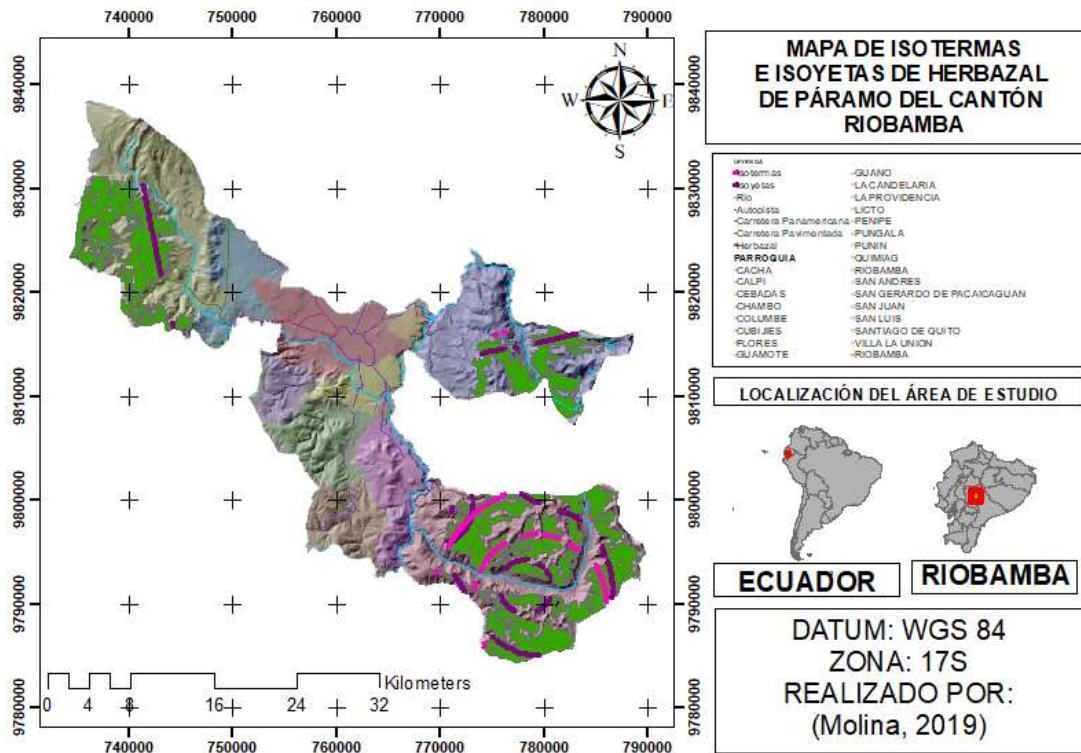


Figura 7. 5. Isoyetas e isoterms de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba

Nota: (Molina, 2019).

El cantón Riobamba presenta un grupo de isoterms que van desde los 11°C hasta los 13°C y un grupo de isoyetas que van desde los 500 a los 1300 mm anuales. Con respecto a la formación herbazal de páramo presenta un grupo de isoyetas que van desde los 700 a los 1100 mm anuales, y un grupo de isoterms que van desde los 11°C hasta los 13°C.

## 3) Fenología

La fenología de la formación herbazal de páramo es siempreverde (MAE, 2013), es decir, que dado a que las condiciones climáticas que repercuten en la vegetación, esta permanece verde durante todo el año, la vegetación es perennifolia, conserva su follaje.





## 2) Susceptibilidades a incendios forestales

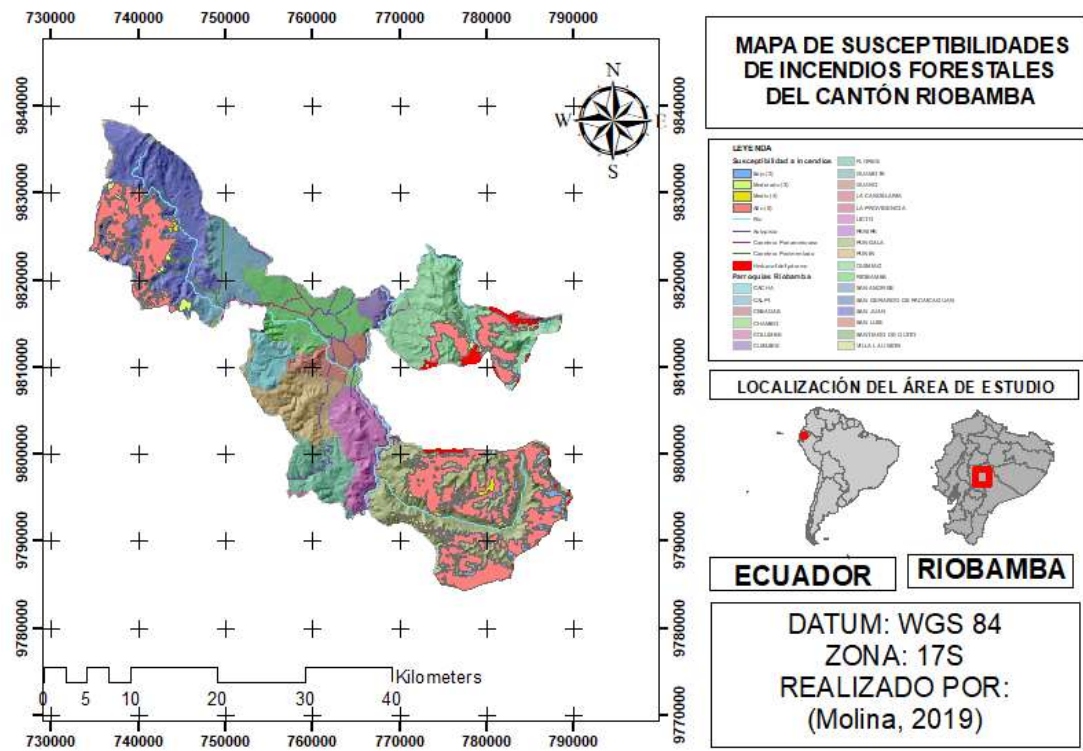


Figura 7. 7 Susceptibilidades a incendios forestales de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

En el cantón Riobamba la susceptibilidad alta a incendios forestales se da principalmente en las parroquias Quimiag, San Juan, Pungalá, Flores y Cacha donde se ubica la mayor cantidad de la formación herbazal de páramo.

3) Susceptibilidades a sequías

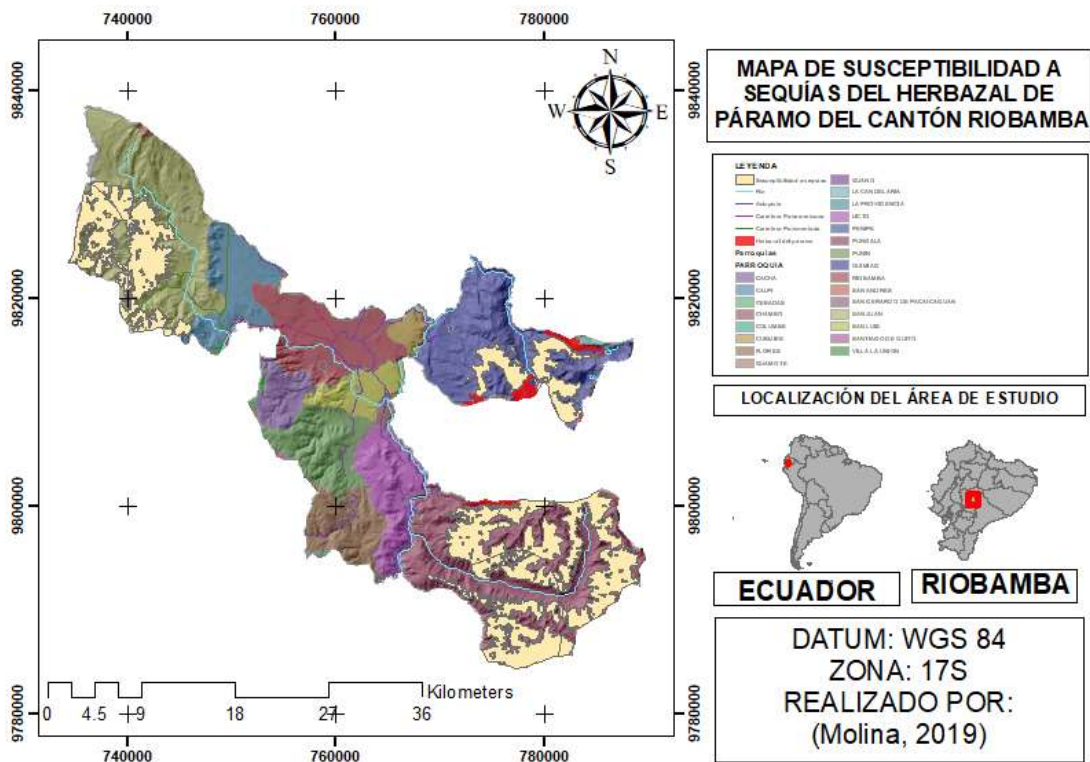


Figura 7. 8 Susceptibilidades a sequías en la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba. Nota: (Molina, 2019).

La susceptibilidad de sequía alta en el cantón Riobamba se presenta principalmente en la ciudad de Riobamba y parroquia Punin, con total de 12,422.09 ha que representa el 12.64% del cantón. La susceptibilidad media se encuentra en las parroquias Calpi, Quimiag, Licto con un total de 26,886.43 ha que representa el 28.22% del cantón. La susceptibilidad a sequías con respecto a la formación herbazal de páramo tiene un total de 21,524.25 de 22,286.68 lo que representa a un 96.57% del total de la formación.

d. Síntesis de la caracterización de la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba

Tabla 7. 1. Caracterización de la formación herbazal de páramo en el cantón Riobamba

Variable	Resultado
Ubicación	Parroquias San Juan, Quimiag, Pungalá
Coordenadas	Latitud: 1°42'57.27" S Longitud: 78°38'04.12" W
Poblados	Comuna Pulinguí San pablo, Calera Santa Rosa, Ganquis, chagnapamba, Chanchán y Peltepec.
Altitud	3050-4685 msnm
Extensión del herbazal de páramo	22.286,68 ha., 22, 44% presente en las parroquias

	San Juan, Quimiag y Pungalá.
Fisionomía	Hojas largas y delgadas en forma de penachos
Bioclima	Isoyetas: 700 a los 1100 mm anuales, isotermas: 11°C -13°C.
Fenología	Siempreverde
Deforestación	317.74 ha, 1.43% del total de la formación presente en las parroquias Quimiag y Pungalá.
Susceptibilidades a incendios	Quimiag, San Juan, Pungalá, Flores y Cacha.
Susceptibilidades a sequías	21,524.25 de 22,286.68 , 96.57% del total de la formación presente en las parroquias San Juan, Quimiag, Licto, Pungalá, Flores y Cacha.

Nota: (Molina, 2019).

## 2. Cantón Colta

### a. Localización

#### 1) Ubicación

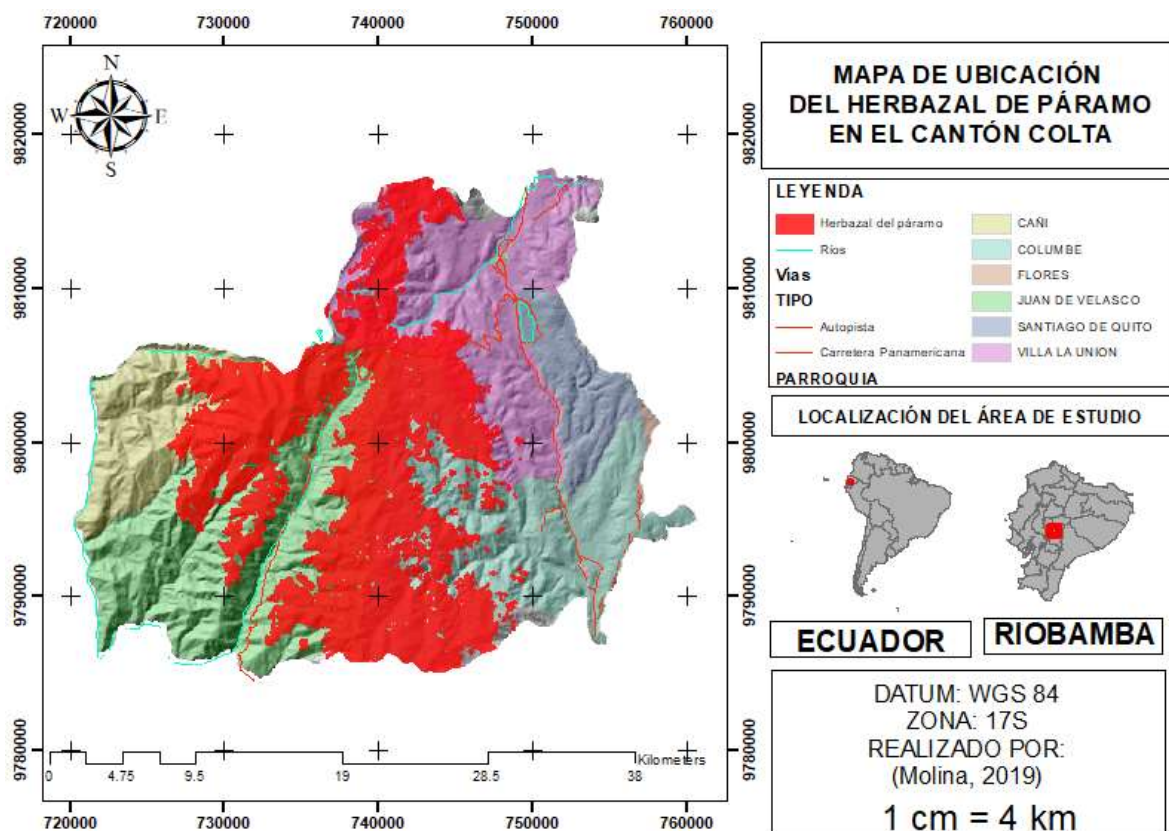


Figura 7. 9 Mapa de ubicación geográfica de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

El cantón Colta se encuentra ubicado en el noroeste de la provincia de Chimborazo y tiene una extensión de 83,639.38 ha, la formación herbazal del páramo se encuentra principalmente en los cantones Villa la Unión, Columbe y Juan de Velasco.

## 2) Coordenadas

Las coordenadas geográficas del punto central del cantón Riobamba son:

Latitud: 1°58'54.15" S

Longitud: 78°50'38.36 W

## 3) Poblados

Los poblados del cantón Colta son las dos parroquias urbanas y las cuatro rurales, los poblados que se ubican en la formación herbazal del páramo son: Comuna Huangupud, las Rosas, Rayo Loma, La Florida, Yutugsha, Tepeyag y Cunughuactana.

## 4) Altitud

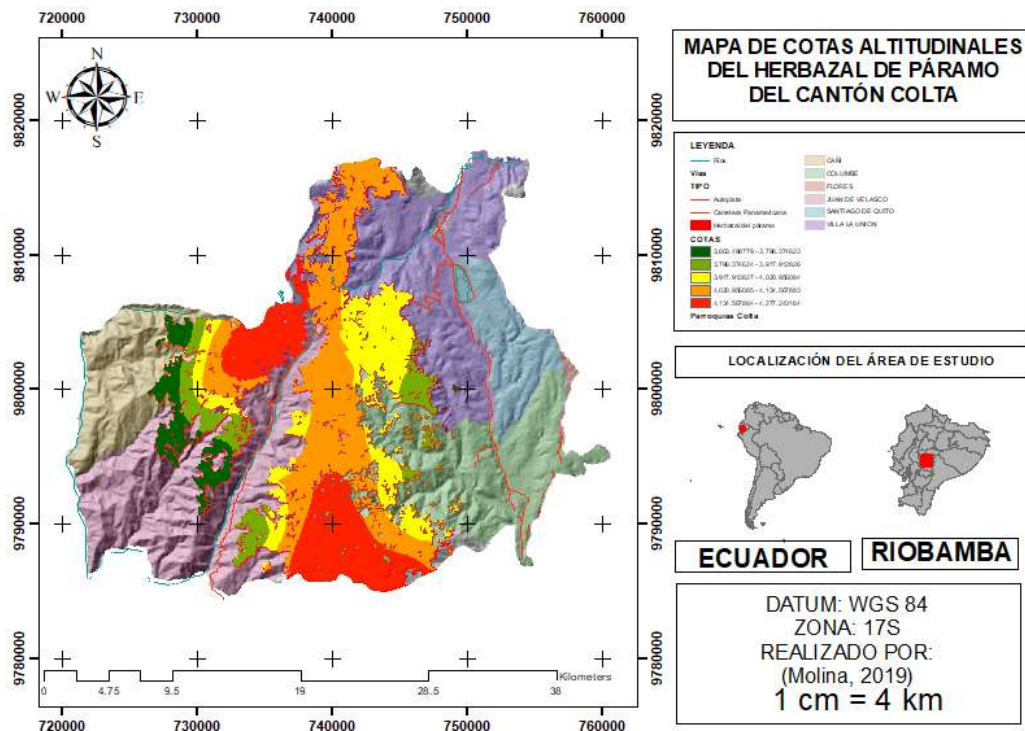


Figura 7. 10 Cotas altitudinales de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

El cantón Colta presenta una altitud que va desde los 2360 hasta los 4525 msnm. En donde la parroquia más representativa, Juan de Velasco, va desde los 2571 hasta los 4525 msnm; la formación herbazal del pato presenta rangos altitudinales que van desde los 3603 hasta los 4277 msnm.

5) Extensión de herbazal del páramo

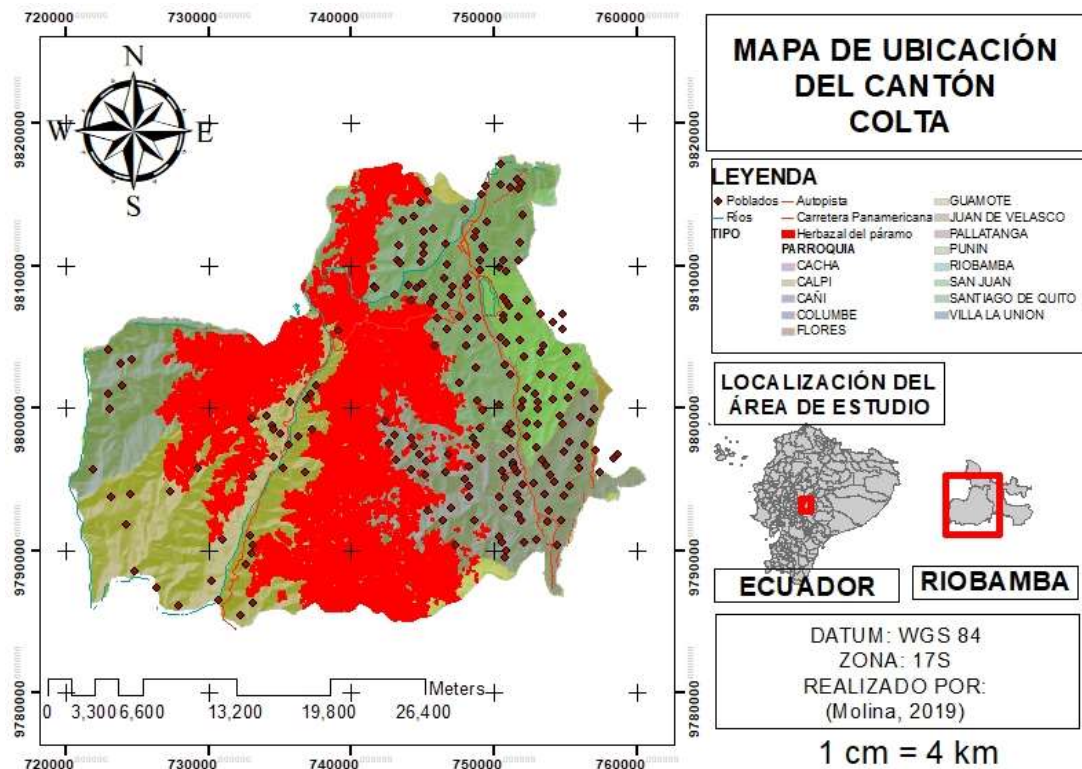


Figura 7. 11 Mapa de ubicación geográfica de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Colta. Nota: (Molina, 2019).

En el cantón Colta la formación vegetal herbazal del páramo tiene una extensión de 26,923.21 hectáreas que representa el 32,20% del cantón y el 0,11% del Ecuador continental.

- b. Características físicas y climáticas de la formación
- 1) Fisonomía



Figura 7. 12 Fisonomía de la formación Herbazal del Páramo en el cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

Esta formación está compuesta principalmente por vegetación herbácea como el pajonal que presenta hojas largas y delgadas en forma de penachos, el cual ocupa mayor superficie de la zona de páramos en el Ecuador (Hofstede R. et al., 2002)

## 2) Bioclima

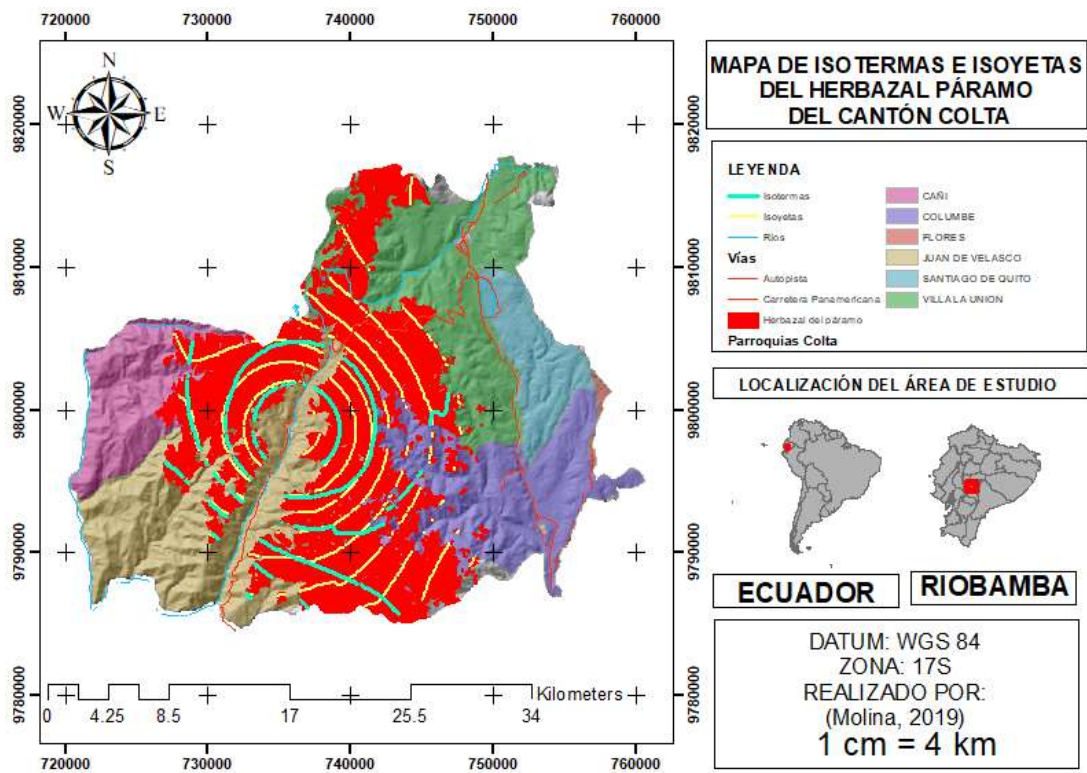


Figura 7. 13 Isotermas e isoyetas de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta.  
 Nota: (Molina, 2019).

El cantón Colta presenta un grupo de isotermas que van desde los 10°C hasta los 18°C y un grupo de isoyetas que van desde los 500 a los 1600 mm anuales; la formación herbazal de páramo presenta un grupo de isotermas que van desde los 10°C hasta los 15°C, de la misma manera presenta un grupo de isoyetas que van desde los 700 a los 1600 mm anuales.

## 3) Fenología

La fenología de la formación herbazal de páramo es siempreverde (MAE, 2013), es decir, que dado a que las condiciones climáticas que repercuten en la vegetación, esta permanece verde durante todo el año, la vegetación es perennifolia, conserva su follaje.



## c. Amenazas

## 1) Deforestación

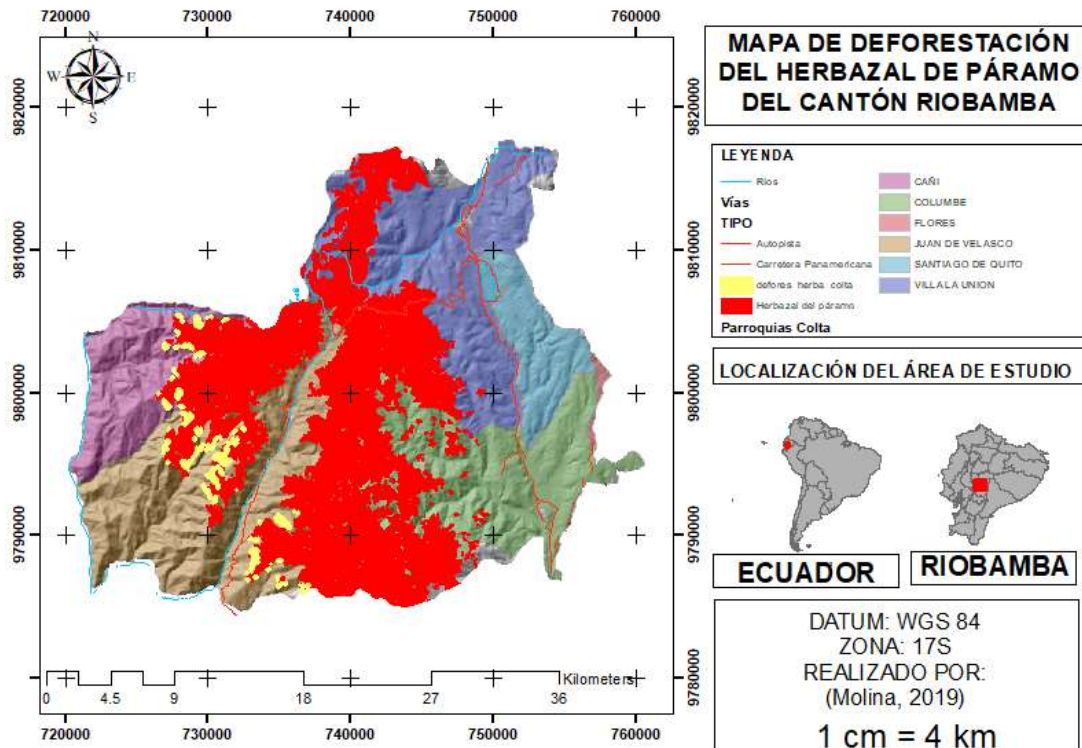


Figura 7. 14 Deforestación de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

La deforestación en el cantón Colta representa 2.96% de la superficie del cantón con un total de 2,747.73ha. y está presente en las parroquias Cañi y Juan de Velasco; la deforestación dentro de la formación herbazal de páramo tiene un total de 285.02ha, lo que representa el 1.06% del total de la formación.

## 2) Susceptibilidades a incendios forestales

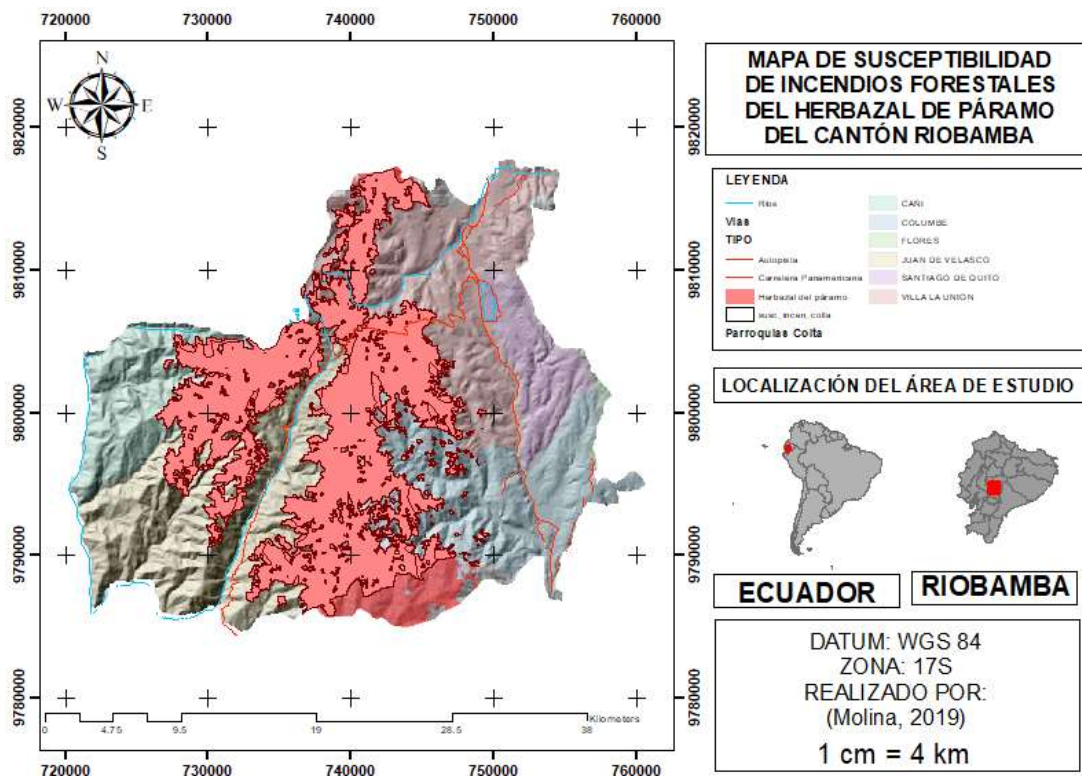


Figura 7. 15 Susceptibilidades a incendios forestales de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

En el cantón Colta la susceptibilidad alta a incendios forestales se da principalmente en las parroquias Juan de Velasco, Villa la Unión y Columbe donde se ubica la el 100% de la formación herbazal de páramo.

## 3) Susceptibilidades a sequías

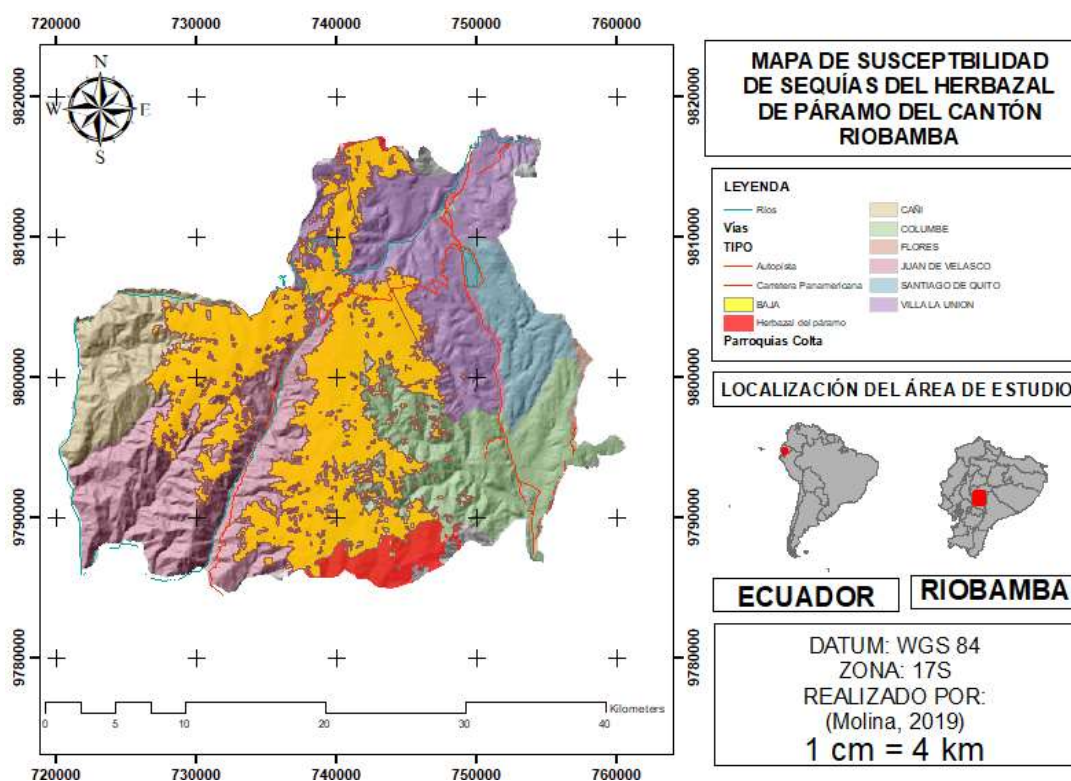


Figura 7. 16 Susceptibilidades de sequías de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta.  
Nota: (Molina, 2019).

La susceptibilidad de sequía en el cantón Colta es baja, se presenta principalmente en las Parroquias Columbe, Juan de Velasco y Villa la Unión, con total de 24717.33 ha. que representa el 29.55% del cantón. La susceptibilidad a sequías con respecto a la formación herbazal de páramo tiene un total de 24,717.33 de 26,923.21 lo que representa a un 91.81% del total de la formación.

## d. Síntesis de la caracterización de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta

Tabla 7. 2. Caracterización de la formación herbazal de páramo en el cantón Colta

Variable	Resultado
Ubicación	Villa la Unión, Columbe y Juan de Velasco
Coordenadas	<u>Latitud:</u> 1°58'54.15" S <u>Longitud:</u> 78°50'38.36 W
Poblados	Comuna Huangupud, las Rosas, Rayo Loma, La Florida, Yutugsha, Tepeyag y Cunughuactana.
Altitud	3509 - 4358 msnm
Extensión del herbazal de páramo	26,923.21 ha. - 32,20% presente en las parroquias Juan de Velasco, Villa la Unión, Columbe.
Fisionomía	Vegetación herbácea como el pajonal que presenta

	hojas largas y delgadas en forma de penachos.
Bioclima	Isotermas: 10°C - 15°C, isoyetas: 700 - 1600 mm anuales.
Fenología	Siempreverde
Deforestación	285.02 ha, -1.06% del total de la formación presente en las parroquias Juan de Velasco y Cañi.
Susceptibilidades a incendios	En las parroquias Juan de Velasco, Villa la Unión y Columbe donde se ubica la el 100% de la formación herbazal de páramo.
Susceptibilidades a sequías	24,717.33 de 26,923.21 - 91.81% del total de la formación en las parroquias Juan de Velasco, Villa la Unión y Columbe

Nota: (Molina, 2019).

## B. CONDICIÓN DE CONSERVACIÓN DE LA FORMACIÓN HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA

A continuación, se presentan los resultados de la condición de conservación por sitio y por cantón.

### 1. Condición de conservación por sitio

#### a. Cantón Riobamba

##### 1) Programa Socio Bosque Pulinguí San Pablo

Los 11 puntos muestreados pertenecen a la comunidad Pulinguí San Pablo, misma que se encuentra ubicada en la parroquia rural San Juan que tiene una superficie de 22.120 ha., presenta una altitud de 3160 – 610 msnm, con una población de 7370 habitantes y una temperatura de 12 – 16°C (GADPRSJ, 2015). A continuación, se realizará un análisis de los mismos:

#### a) Punto 1

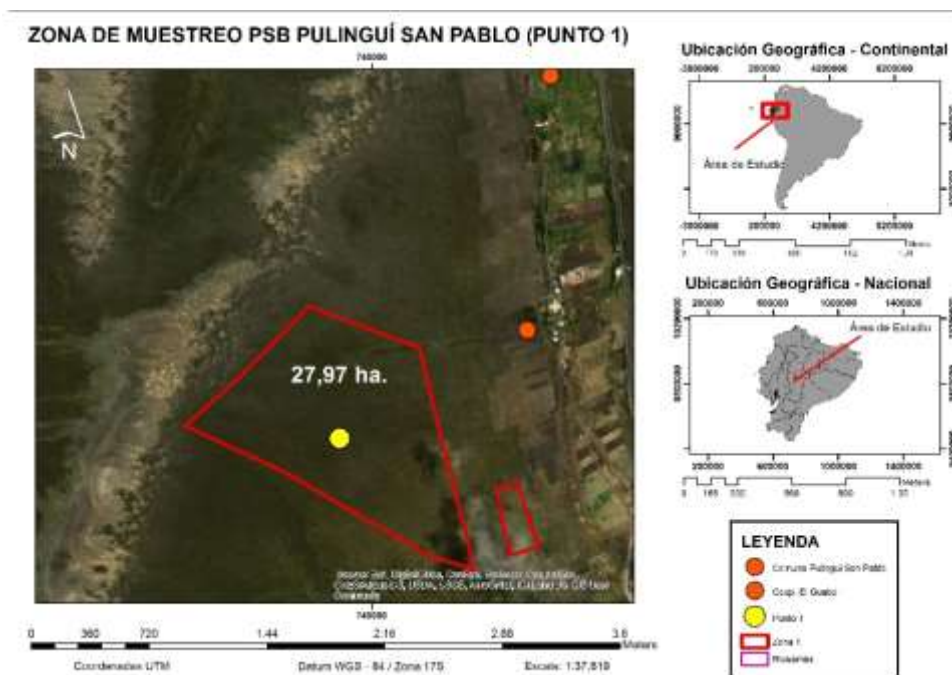


Figura 7. 17. Punto 1 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 3. Coordenadas del punto 1 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
034	0739915	9830138	4104

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a fauna nativa se observó el curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. De la misma manera en este punto se observó flora nativa, que en un 95% perteneciente al pajonal (*Calamagrostis spp.*) la misma que está distribuida en grupos de pajas separadas con 0.50 cm con un valor de 4/4 puntos de acuerdo a los parámetros propuestos en metodología. El resultado de laboratorio en materia orgánica de este punto es de 2.63% (anexo 2), mismo que equivale a 2.34/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, los resultados de laboratorio fueron de 42,91 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 2.34/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreados que a pesar de pertenecer al programa socio bosque, aún existe cierta cantidad de ganado; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión; y la quema un 20% debido a que existe pérdida de recursos, poca cantidad de especies, debido esto el valor es de 0.35/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino para generar ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras cada una está presente con un 15, 25, y 20% respectivamente de extensión del sitio con un resultado de 0,53/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **3,05/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

## b) Punto 2

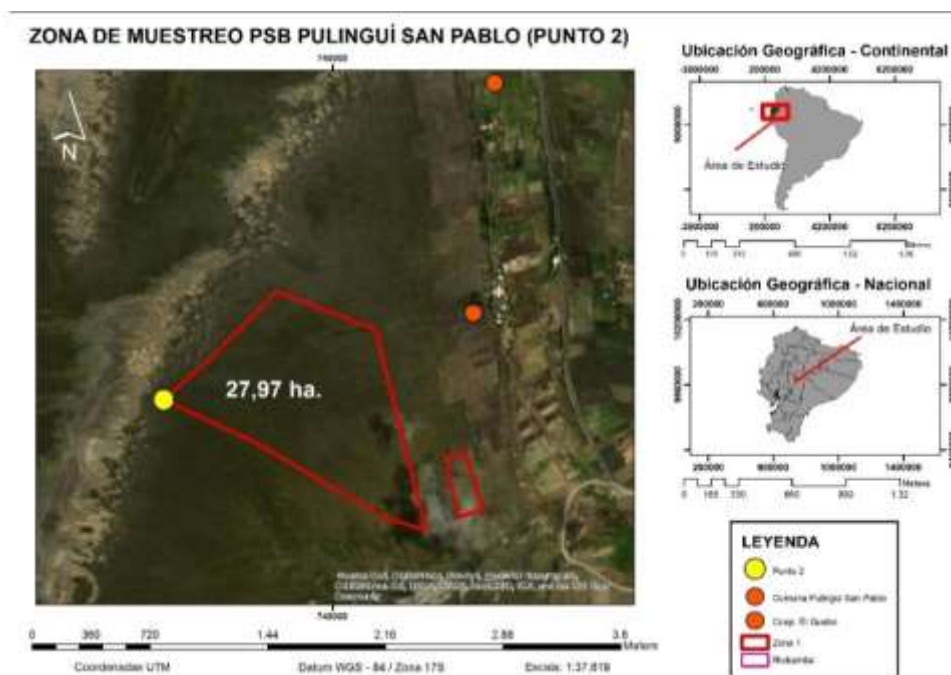


Figura 7. 18. Punto 2 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 4. Coordenadas del punto 2 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
035	0739502	9830172	4165

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a la fauna nativase observó el curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. En cuanto a flora nativa se observó especies como la Chuquirahua (*Chuquiraga jussieui*), y en un 95% se observó pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvieron un valor de 4/4 puntos. Los resultados de materia orgánica del punto 2 es de 2.38% (anexo 2), lo que equivale a 2.34/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, los resultados de laboratorio fueron 41,18 kgC(CO<sub>2</sub>)/ha/d (anexo 1), lo que representa a 2.30/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreados que a pesar de pertenecer al programa socio bosque aún existe cierta cantidad de

ganado; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido a que existe cierta cantidad de ganado que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local; y la quema un 20% debido a que en el punto se observó que había existido restos de incendios producidos anteriormente, debido a esto el valor que se obtuvo frente a los parámetros de evaluación es de 0,31/4 puntos. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene cada una está presente con un 15, 25, y 20% respectivamente de extensión del sitio con un resultado de 0,33/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **3,11/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

c) Punto 3

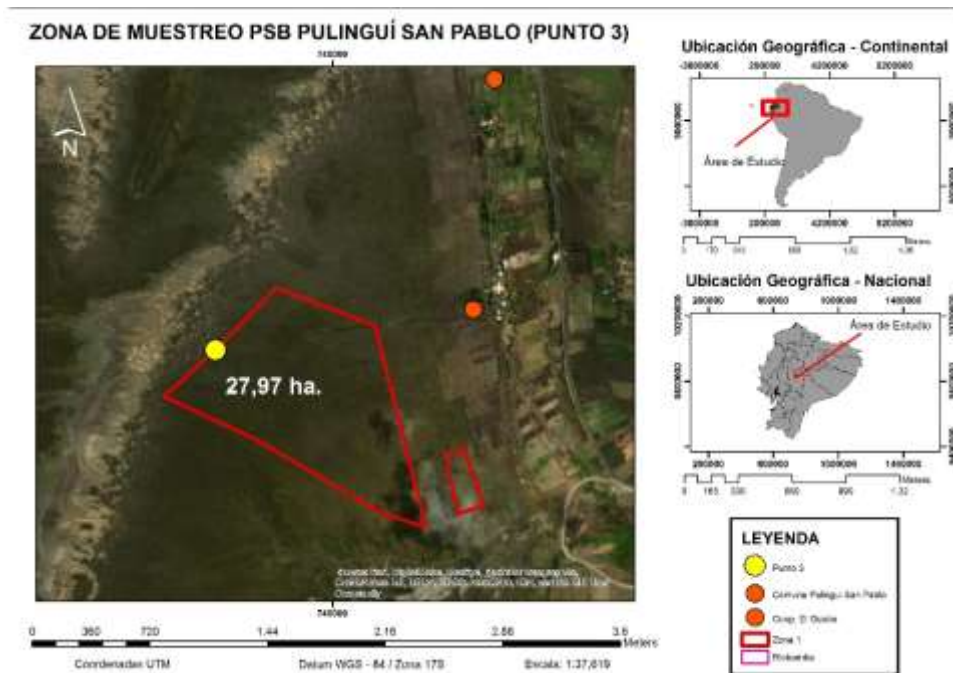


Figura 7. 19. Punto 3 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.  
Nota: (Molina, 2019).

i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 5. Coordenadas del punto 3 de la zona 1

COD	X	Y	Z
036	0739655	9830309	4139

Nota: (Molina, 2019).



En este punto se observó flora nativa, con mayor porcentaje (95%) pajonal de páramo (*Calamagrostis spp.*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. En cuanto a fauna nativa se observó el curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 3 es de 2.13% (anexo 2), lo que equivale a 1.89/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a actividad biológica del suelo, los resultados de laboratorio fueron de 28,46 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 1.53/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreados que a pesar de pertenecer al programa socio bosque aún existe cierta cantidad de ganado; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido, existe poca cantidad de especies, en cuánto al pajonal, pero la misma tiene un proceso de recuperación natural en donde se pueden observar los florecimientos de especies, el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido a que se observó que aún existe cierta cantidad de ganado que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local, y la quema un 20% debido a que en el punto se observó que había existido restos de incendios producidos anteriormente, por aquello obtuvo un valor de 0.26/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene cada una está presente con un 15, 25, y 20% respectivamente de extensión del sitio con un resultado de 0,48/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2,86/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

## d) Punto 4

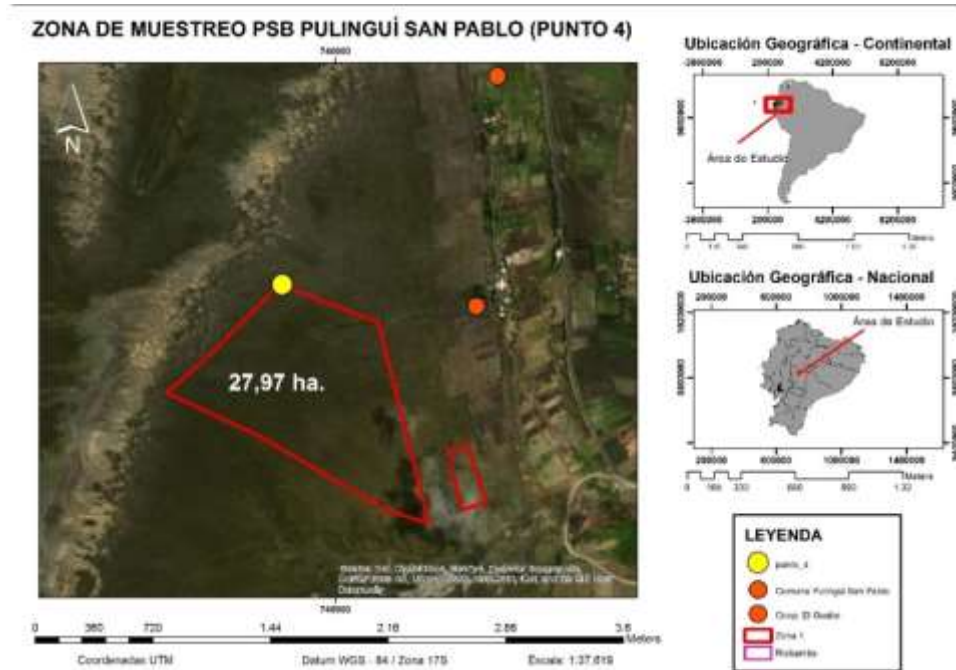


Figura 7. 20. Punto 4 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.  
Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 6. Coordenadas del punto 4 de la zona 1

COD	X	Y	Z
037	0739834	9830492	4120

Nota: (Molina, 2019).

En este punto se observó flora nativa, en su mayoría, con un 95% pajonal de páramo (*Calamagrostis spp.*) la misma que está distribuida en grupos de pajas separadas con 0.50 cm, mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. En cuanto a la fauna nativa se pudo observar el curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 4 es de 2.61% (anexo 2), lo que equivale a 2.57/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo donde se observó un suelo semidesnudo, de color negro y húmedo, los resultados de laboratorio fueron de 8,92 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 0.62/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreado que a pesar de pertenecer al programa socio bosque, existe poca cantidad de especies, en cuanto al pajonal de páramo se pudo observar que tiene un proceso de recuperación natural por todos los disturbios, en donde además existen ya florecimientos; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido a que aún existe cierta cantidad de ganado, con presencia de heces de oveja que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local, y la quema un 20% debido a que en el punto se observó que había existido restos de incendios producidos anteriores para la invasión de ganado en menor cantidad y en proceso de recuperación, por aquello obtuvo un valor de 0.31/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,50/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2.79/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

e) Punto 5

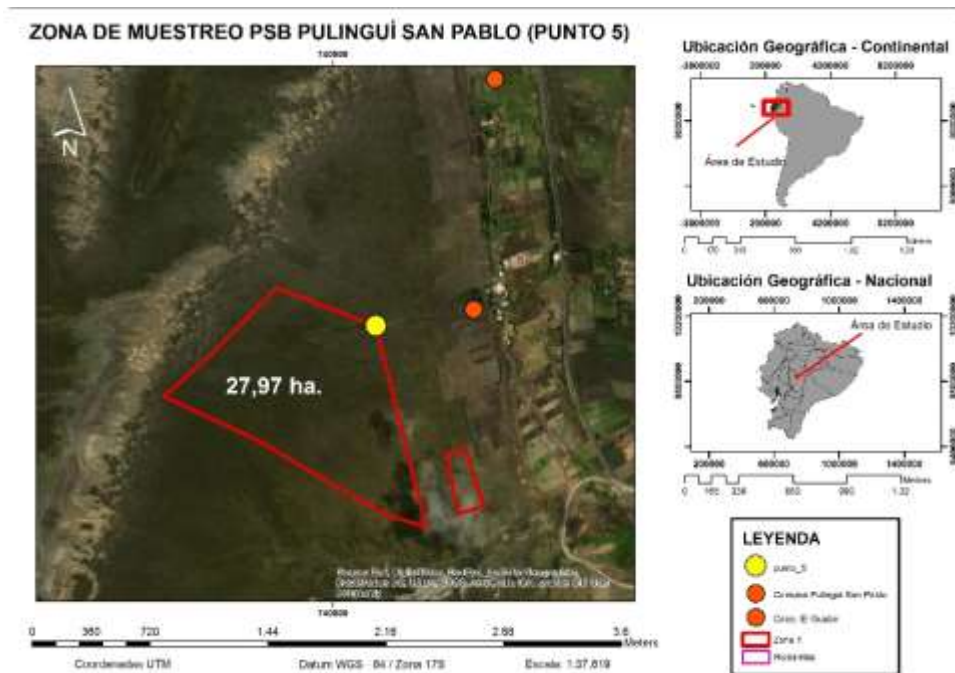


Figura 7. 21. Punto 5 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 7. Coordenadas del punto 5 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
038	0740127	9830381	4037

Nota: (Molina, 2019).

En este punto se observó flora nativa con un alto porcentaje (95%) de pajonal de páramo (*Calamagrostis spp.*), la misma que está distribuida en grupos de pajas separadas con 0.70 cm, el mortiño (*Pernettya prostrata (Cav.)*) que es alimento del venado, mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. En cuanto a fauna nativa se observó el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de materia orgánica del punto 5 es de 1,80% (anexo 2), lo que equivale a 1.6/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde y los resultados de laboratorio fueron 32,12 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 1.8/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreados que a pesar de pertenecer al programa socio bosque, existe poca cantidad de especies, en cuánto al pajonal de páramo se pudo observar que tiene un proceso de recuperación natural por todos los disturbios, en donde además existen ya florecimientos; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido que aún existe cierta cantidad de ganado que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local; y la quema un 20% debido a que se observó que había existido restos de incendios producidos para la invasión de ganado en menor cantidad y en proceso de recuperación, por aquello obtuvo un valor de 0.28/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,51/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuesto en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2.83/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

## f) Punto 6

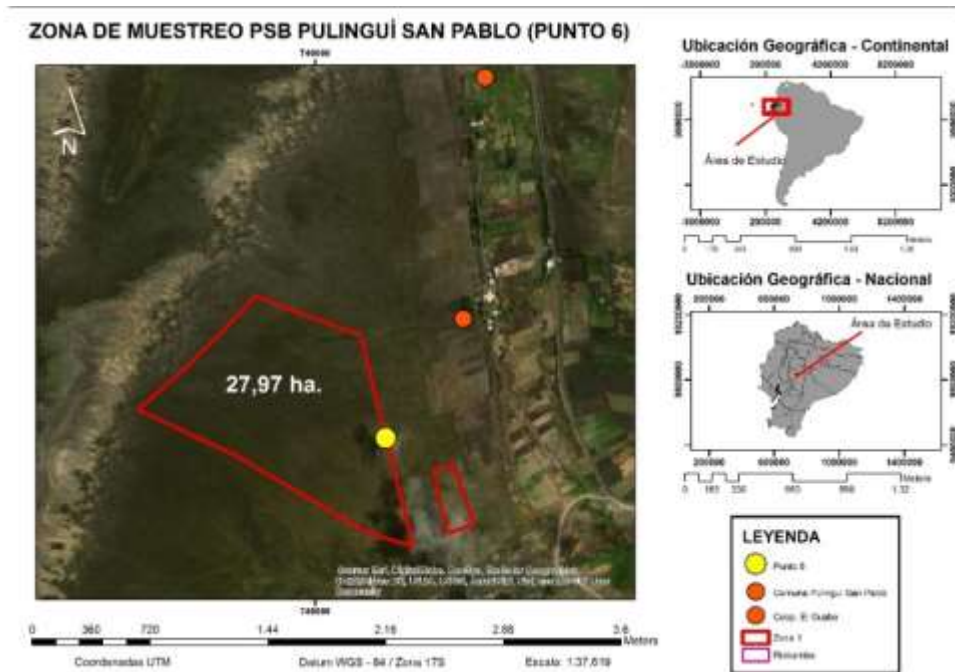


Figura 7. 22. Punto 6 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.  
Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 8. Coordenadas del punto 6 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
039	740198	9830093	4023

Nota: (Molina, 2019).

En este punto se observó flora nativa como el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp.*), la misma que está distribuida en grupos de pajas separadas con 0.50 cm., mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. En cuanto a la fauna nativa se observó al curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 6 es de 1,74%(anexo 2), lo que equivale a 1.55/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados de laboratorio fueron 20,46 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d(anexo 1), lo que representa a 1.52/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreados que a pesar de pertenecer al programa socio bosque, existe poca cantidad de especies, en cuánto al pajonal, tiene un proceso de recuperación natural por todos los disturbios, además existen florecimientos; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido a que aún existe cierta cantidad de ganado que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local; y la quema un 20% debido a que se observó que había existido restos de incendios producidos para la invasión de ganado en menor cantidad y en proceso de recuperación, por aquello obtuvo un valor de 0.30/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,46/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2.79/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

g) Punto 7

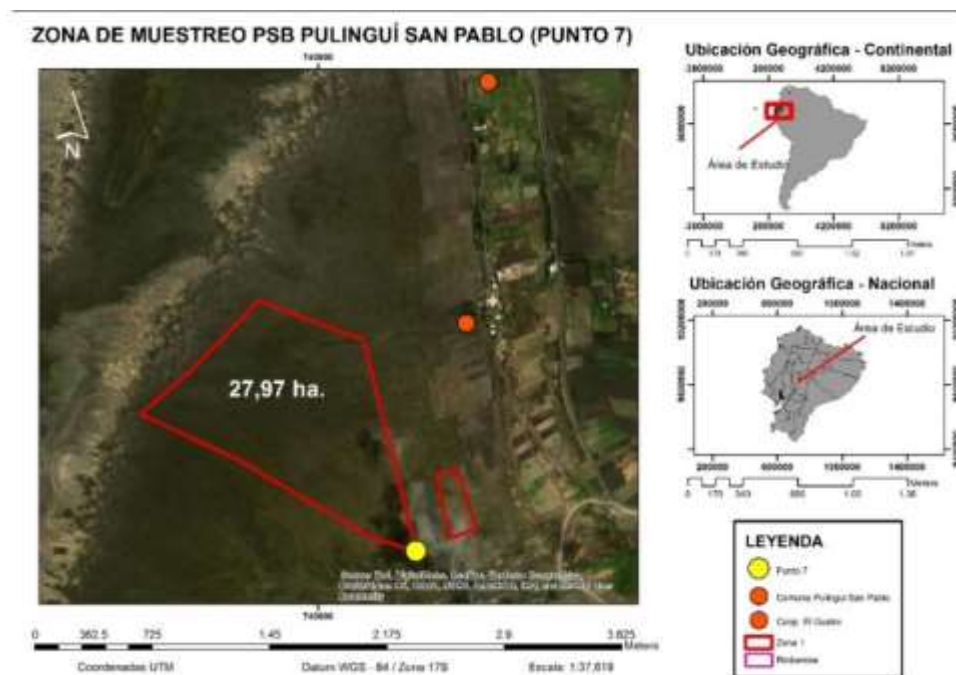


Figura 7. 23. Punto 7 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.  
Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 9. Coordenadas del punto 7 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
039	0740275	9829788	4002

Nota: (Molina, 2019).

En este punto se observó flora nativa como pajonal de páramo (*Calamagrostis spp.*) la misma que está distribuida en grupos de pajas separadas con 0.20 cm, mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. En cuanto a fauna nativa se observó el curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 7 es de 1,85% (anexo 2), lo que equivale a 1.64/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados fueron 42,08 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 2.35/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreados que a pesar de pertenecer al programa socio bosque, donde se observó que había existido restos de incendios producidos anteriores para la invasión de ganado en menor cantidad y en proceso de recuperación, el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido que aún existe cierta cantidad de ganado con presencia de heces de borrego que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local, y la quema un 20% debido a que se observó que había existido restos de incendios producidos para la invasión de ganado, por aquello obtuvo un valor de 0.91/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,53/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2.60/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación moderada.

## h) Punto 8

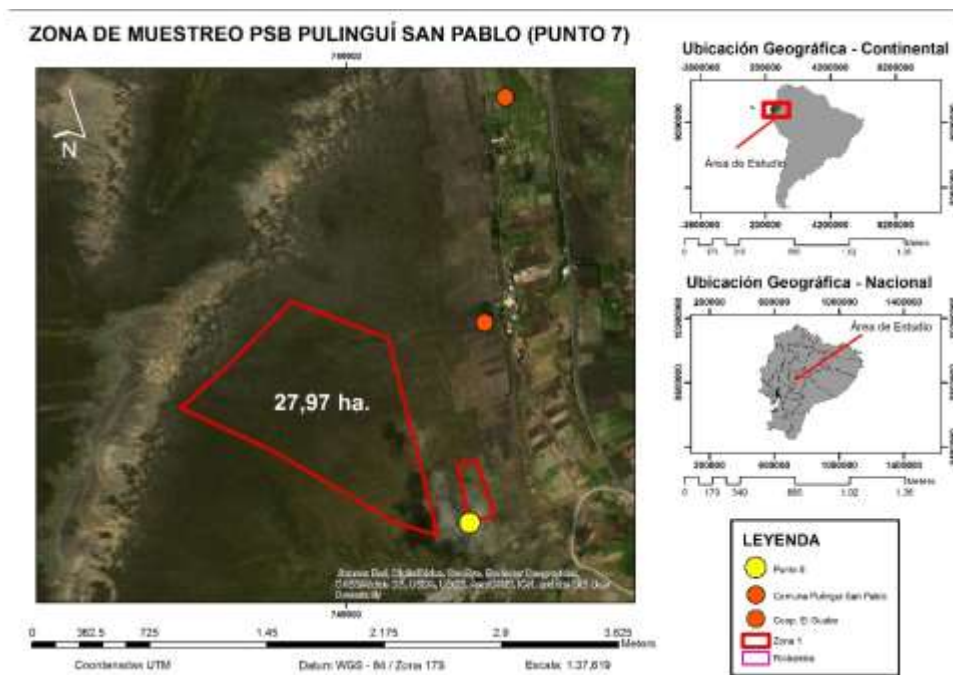


Figura 7. 24. Punto 8 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 10. Coordenadas del punto 8 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
040	740371	9829825	3979

Nota: (Molina, 2019).

En este punto se observó flora nativa se observó pajonal de páramo (*Calamagrostis spp.*), con un grupo de pajas con una distancia de 0,20 cm., mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. En cuanto a la fauna nativa se observó el curiquingue (*Phlacoboenus carunculatus*), mismo que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 8 es de 1,49%(anexo 2), lo que equivale a 1.32/4frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados fueron 42,64 kgC(CO<sub>2</sub>)/ha/d(anexo 1), lo que representa a 2.38/4puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.



Las presiones de este punto son la erosión, la misma que se consideró un 15% del porcentaje donde se observó que había existido restos de incendios producidos para la invasión de ganado; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido que aún existe cierta cantidad de ganado con presencia de heces de borrego que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local; y la quema un 20% debido a que se observó que había existido restos de incendios producidos anteriores para la invasión de ganado y en proceso de recuperación, por aquello obtuvo un valor de 2.13/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,51/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **1.95/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación moderada.

i) Punto 9

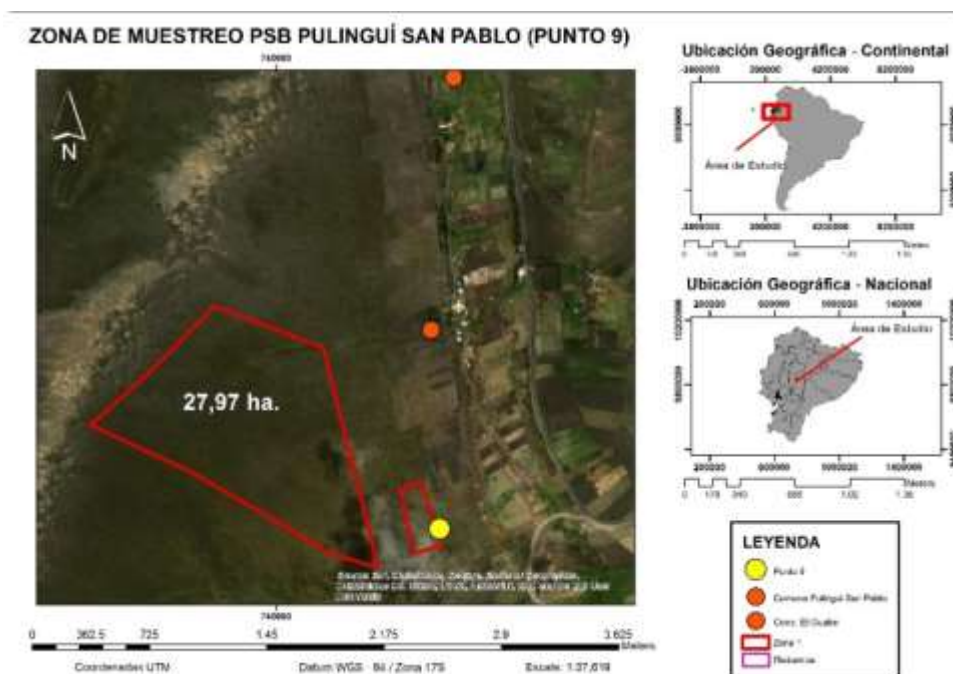


Figura 7. 25. Punto 9 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 11. Coordenadas del punto 9 de la zona 1

COD	X	Y	Z
041	0740440	9824893	3959

Nota: (Molina, 2019).

En este punto no se observó fauna nativa ya que pertenece a un área intervenida, por lo tanto, frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 0.1/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 9 es de 1,76%(anexo 2), lo que equivale a 1.56/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados fueron 40,39 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d(anexo 1), lo que representa a 2.25/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que se consideró un 15% del porcentaje donde se observó que había existido restos de incendios producidos para la invasión de ganado, donde se observó que había existido restos de incendios producidos para la invasión de ganado; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido que existe cierta cantidad de ganado con presencia de heces de borrego que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local; y la quema un 20% debido a que se observó que había existido restos de incendios producidos anteriores para la invasión de ganado en mayor cantidad, por aquello obtuvo un valor de 2.13/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,53/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **0.66/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación baja.

## j) Punto 10

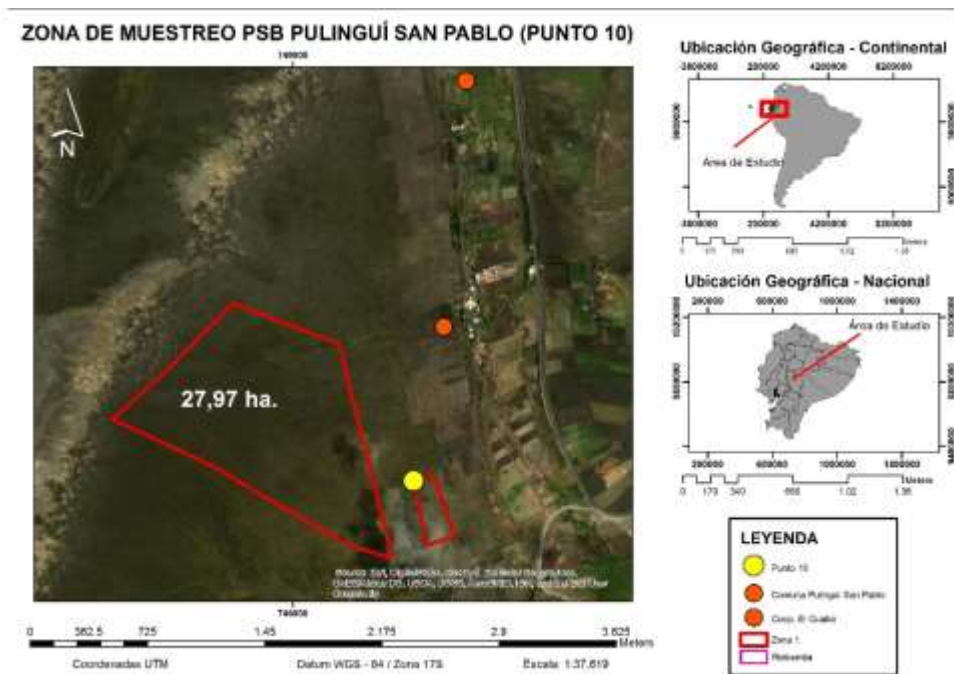


Figura 7. 26. Punto 10 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.  
Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 12. Coordenadas del punto 10 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
042	740333	9830002	3979

Nota: (Molina, 2019).

En este punto no se observó fauna nativa ya que pertenece a un área intervenida, por lo tanto, frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 0.1/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 10 es de 1,99%(anexo 2), lo que equivale a 1.77/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuando a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados fueron de 43,19 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que se consideró un 15% del porcentaje donde se observó que había existido restos de incendios producidos para la invasión de ganado, existe poca cantidad de recursos naturales; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido

observó que existe mucha cantidad de ganado con presencia de heces de borrego que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local; y la quema un 20% debido a que se observó que había existido restos de incendios producidos anteriores para la invasión de ganado en mayor cantidad, por aquello obtuvo un valor de 2.56/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,55/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **0.50/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación baja.

k) Punto 11

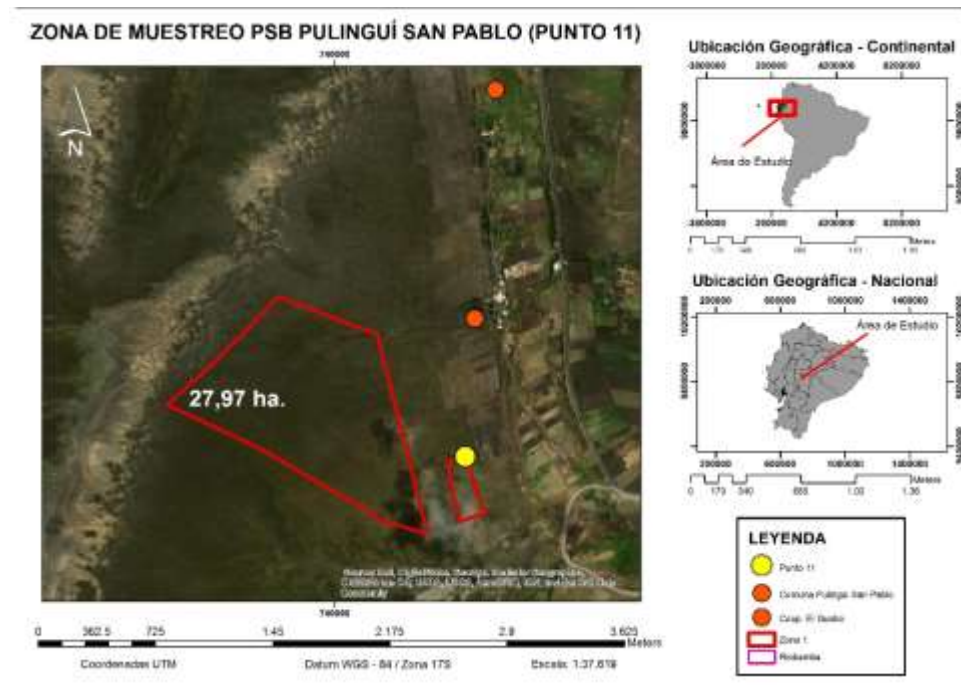


Figura 7. 27. Punto 11 de zona de muestreo PSB Pulinguí San Pablo del cantón Riobamba.

Nota: (Molina, 2019).

i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 13. Coordenadas del punto 11 de la zona 1

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
043	740388	9830017	3979

Nota: (Molina, 2019).

En este punto no se observó fauna nativa ya que pertenece a un área intervenida, por lo tanto, frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 0.1/4 puntos. Los resultados de materia orgánica del punto 11 es de 2,50%(anexo 2), lo que equivale a 2.46/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados fueron de 39,60 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d(anexo 1), lo que representa a 2.21/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 15% de extensión del sitio muestreados que a pesar de pertenecer al programa socio bosque, existe poca cantidad de recursos naturales; el pastoreo, el cual se consideró un 25% de extensión debido observó que existe mucha cantidad de ganado con presencia de heces de borrego que se utiliza para la alimentación o ingresos económicos de la población local; y la quema un 20% debido a que se observó que había existido restos de incendios producidos anteriores para la invasión de ganado en mayor cantidad, por aquello obtuvo un valor de 2.76/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado ovino y porcino que genera ingresos económicos; la habilitación de nuevas tierras tiene un porcentaje de extensión de 15, 25, y 20% respectivamente con un resultado de 0,65/4 puntos frente a los parámetros de evaluación.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **0.43/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación baja.

b. Cantón Colta

1) Bosque y Vegetación Protectora Cashca Totoras

Los 10 puntos muestreados corresponden al espacio protegido perteneciente al Bosque y Vegetación protectora Cashca Totoras se encuentra en la parroquia Cañi del cantón Colta, con una extensión de 99,82 km<sup>2</sup>, un rango altitudinal que va desde los 1840 a los 4320 msnm y un clima frío de páramo neblinoso (GADPC, 2014).A continuación, se realizará un análisis de los mismos:

## a) Punto 1

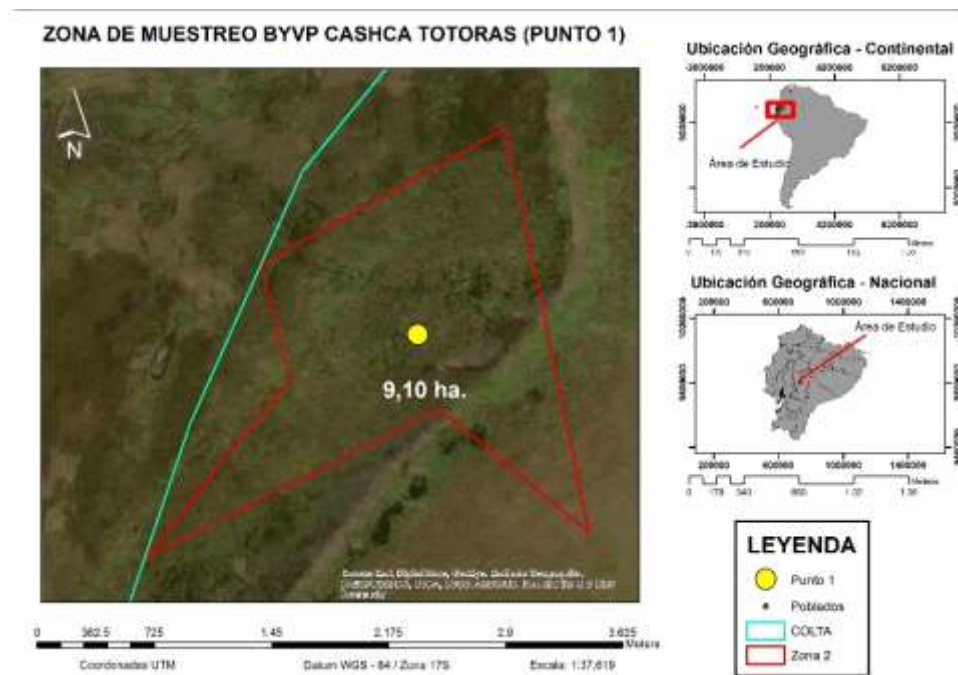


Figura 7. 28. Punto 1 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 14. Coordenadas del punto 1 de la zona 2

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
048	735324	9805659	4239

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a flora nativa se observó casi en su totalidad el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*) con un grupo de pajas con una distancia de 0,20 cm. y 0,50 cm de altura la especie más representativa, la juncia (*Bullbostilys capillaris*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 1 es de 3.40 % (anexo 2), lo que equivale a 3.89/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados fueron 15,35 kgC(CO<sub>2</sub>)/ha/d (anexo 1), lo que representa a 1.14/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies, en cuanto al pajonal de páramo se pudo observar que tiene un proceso de

recuperación natural por todos los disturbios, en donde además existen ya florecimientos; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión debido a que aún existe cierta cantidad de ganado bravo que se utiliza para generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 0.4/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25,10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0,75/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2.92/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

b) Punto 2

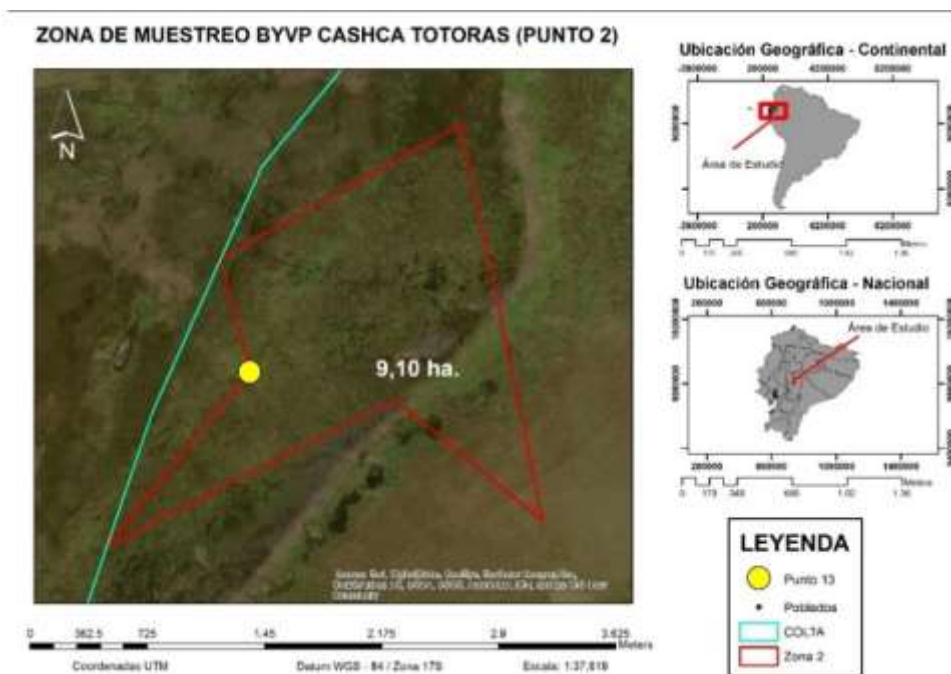


Figura 7. 29. Punto 2 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.  
Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 15. Coordenadas del punto 2 de la zona 2

COD	X	Y	Z
053	735186	9805610	4206

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a flora nativa, este punto se observó casi en su totalidad el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*) con 0,70 cm de altura la especie más representativa y una distancia de 0,10 cm entre una de otra, la juncia (*Bullbostilys capillaris*) y la almohadilla (*Plantago rígida*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 2 es de 3.10 % (anexo 2), lo que equivale a 3.54/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo negro cubierto de vegetación siempreverde, los resultados fueron 19,80 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 1.47/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se observó la existencia de un par de especies de ganado bravo, generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 0.35/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25, 10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0,63/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **3.00/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.



## c) Punto 3

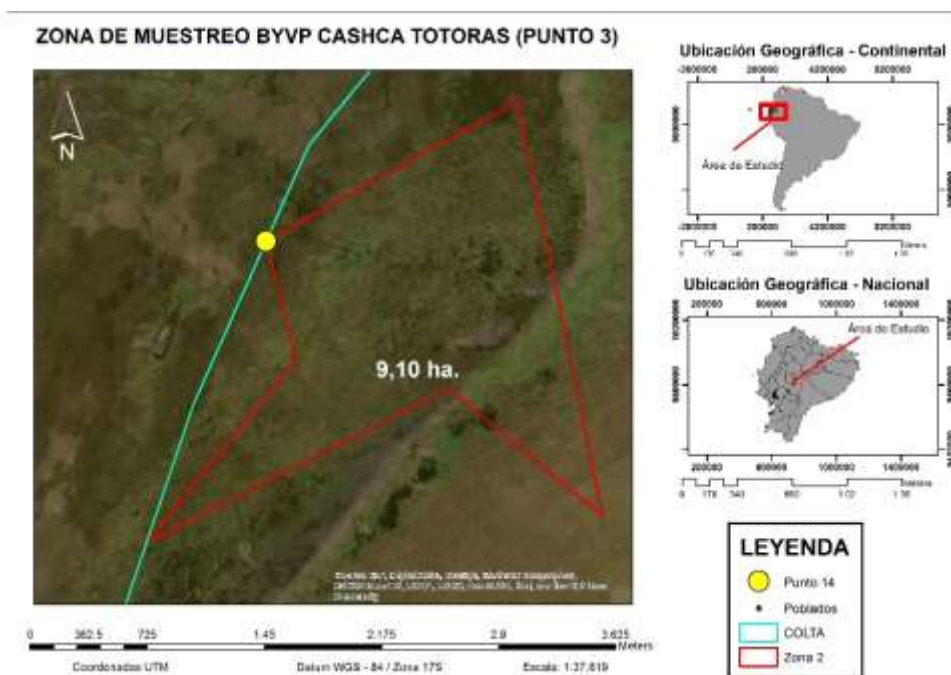


Figura 7. 30. Punto 3 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 16. Coordenadas del punto 3 de la zona 2

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
055	735155	9805735	4188

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a flora nativa este punto se observó casi en su totalidad el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*) con 0,50 cm de altura la especie más representativa y una distancia de 0,20 cm., la juncia (*Bullbostilys capillaris*) y la almohadilla (*Plantago rígida*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 3 es de 3.50 %(anexo 2), lo que equivale a 4/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo amarillo y rocoso, los resultados fueron 18,13 kgC(CO<sub>2</sub>)/ha/d(anexo 1), lo que representa a 1.35/4puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se

observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 0,23/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25,10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0,50/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **3.19/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

d) Punto 4

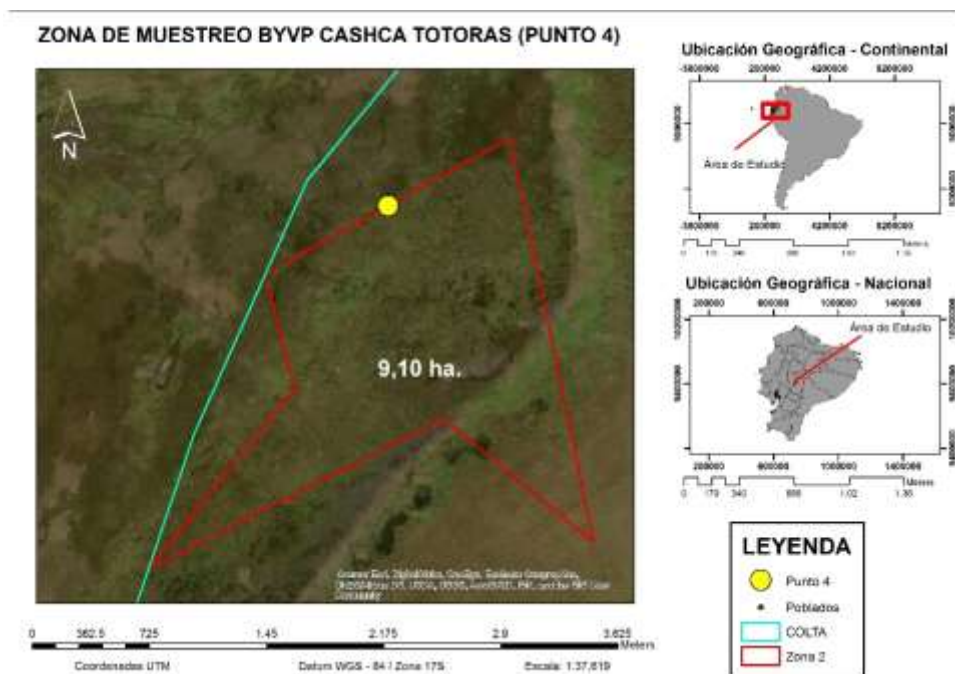


Figura 7. 31. Punto 4 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.  
Nota: (Molina, 2019).

i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 17. Coordenadas del punto 4 de la zona 2

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
056	735287	9805809	4204

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a la flora nativa este punto se observó casi en su totalidad el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*) con 0,60 cm de altura la especie más representativa y una distancia de 0,20 cm., la juncia (*Bullbostilys capillaris*) y la almohadilla (*Plantago rígida*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 4 es de 3.40 %(anexo 2), lo que equivale a 3.89/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, dónde se observó un suelo amarillo y rocoso, los resultados fueron 19,80 kgC(CO<sub>2</sub>)/ha/d(anexo 1), lo que representa a 1.47/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies y gran cantidad de rocas; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 0.25/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25, 10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0,63/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **3.11/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

## e) Punto 5

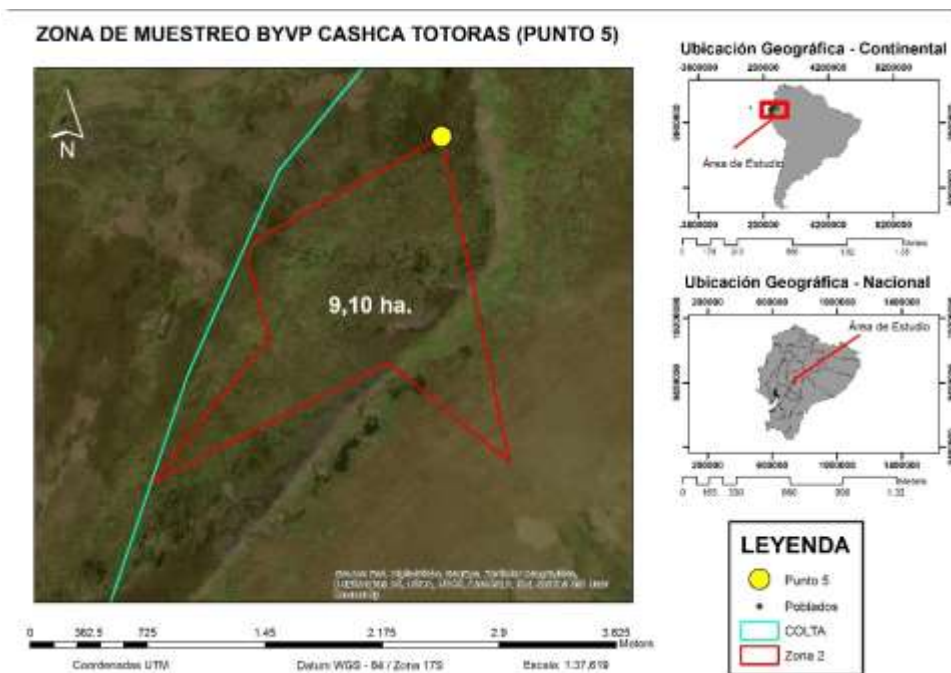


Figura 7. 32. Punto 5 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 18. Coordenadas del punto 5 de la zona 2

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
057	735418	9805882	4340

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a flora en este punto se observó casi en su totalidad el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*) con 0,60 cm de altura la especie más representativa y una distancia de 0,20 cm., la juncia (*Bullbostilys capillaris*) y la almohadilla (*Plantago rígida*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 5 es de 3.60 %(anexo 2), lo que equivale a 4/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo amarillo y rocoso, los resultados fueron 28,50 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d(anexo 1), lo que representa a 1.59/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies y gran cantidad de rocas; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se

observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 0.37/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25,10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0,67/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **3.07/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación buena.

f) Punto 6

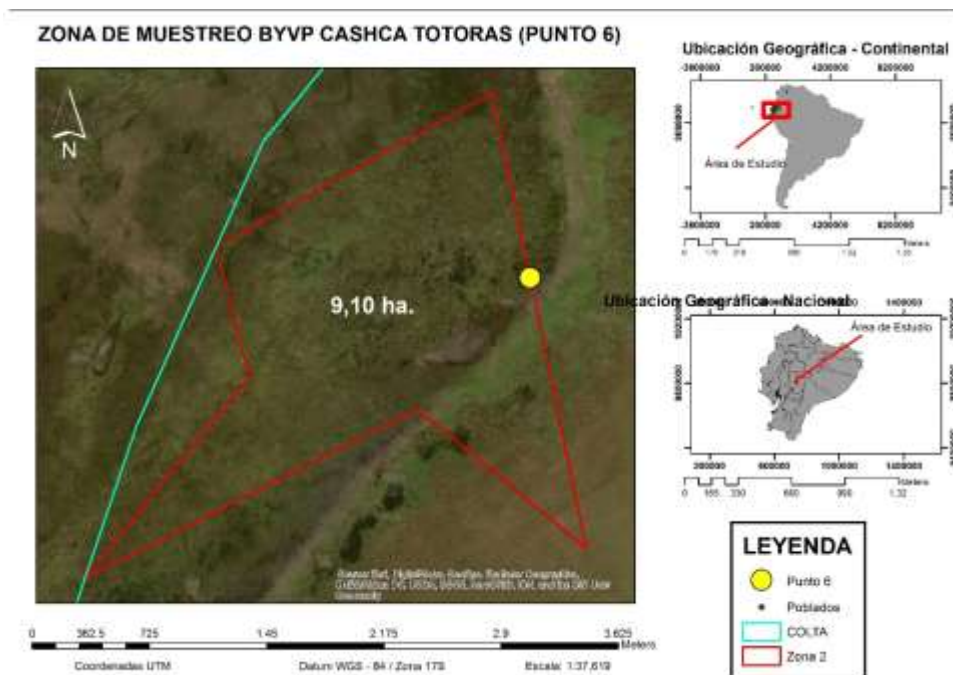


Figura 7. 33. Punto 6 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.  
Nota: (Molina, 2019).

i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 19. Coordenadas del punto 6 de la zona 2

COD	X	Y	Z
058	735455	9805705	3620

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a flora nativa se observó casi en su totalidad el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*) con 0,60 cm de altura la especie más representativa y una distancia de 0,20 cm., la juncia (*Bullbostylis capillaris*) y la almohadilla (*Plantago rígida*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de materia orgánica del punto 6 es de 3.01 % (anexo 2), lo que equivale a 2.96/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo, donde se observó un suelo amarillo y rocoso, los resultados de fueron 2,49 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 0.17/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies y gran cantidad de rocas; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 0.38/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25, 10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0,70/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2.64/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación moderada.

## g) Punto 7

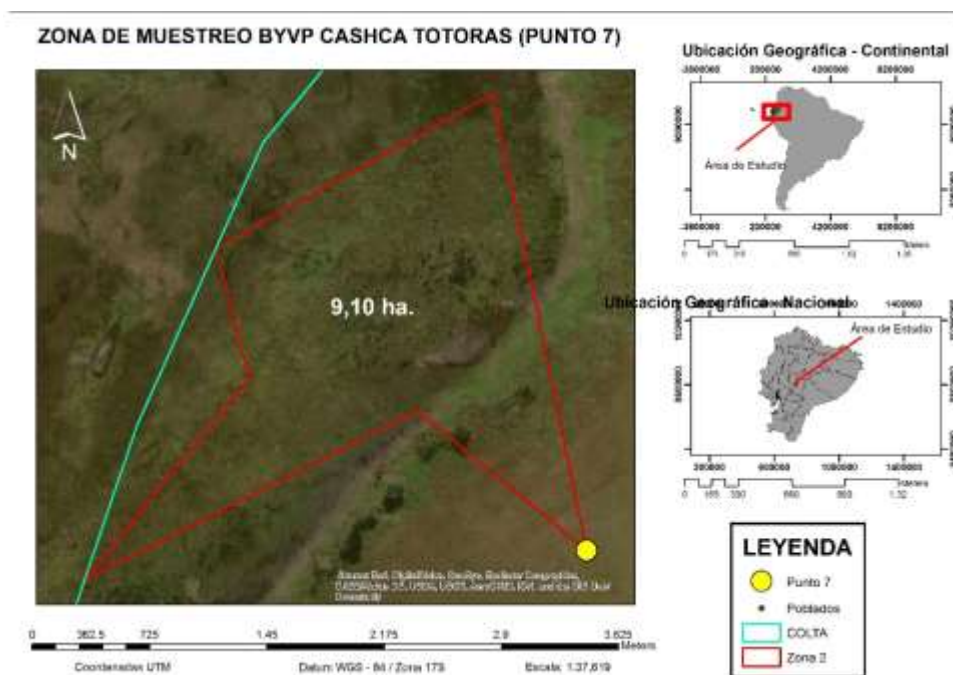


Figura 7. 34. Punto 7 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 20. Coordenadas del punto 7 de la zona 2

COD	X	Y	Z
059	735509	9805446	3420

Nota: (Molina, 2019).

Este punto, en cuanto a flora nativa, se observó casi en su totalidad el pajonal de páramo (*Calamagrostis spp*) con 0,60 cm de altura la especie más representativa y una distancia de 0,20 cm., la juncia (*Bullbostilys capillaris*) y la almohadilla (*Plantago rígida*), mismas que frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 4/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 7 es de 3.20 %(anexo 2), lo que equivale a 3.66/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a la actividad biológica del suelo los resultados fueron de 15,25 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d(anexo 1), lo que representa a 1.13/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies y gran cantidad de rocas; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se

observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 1.64/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25,10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0,88/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **2.19/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación moderada.

h) Punto 8

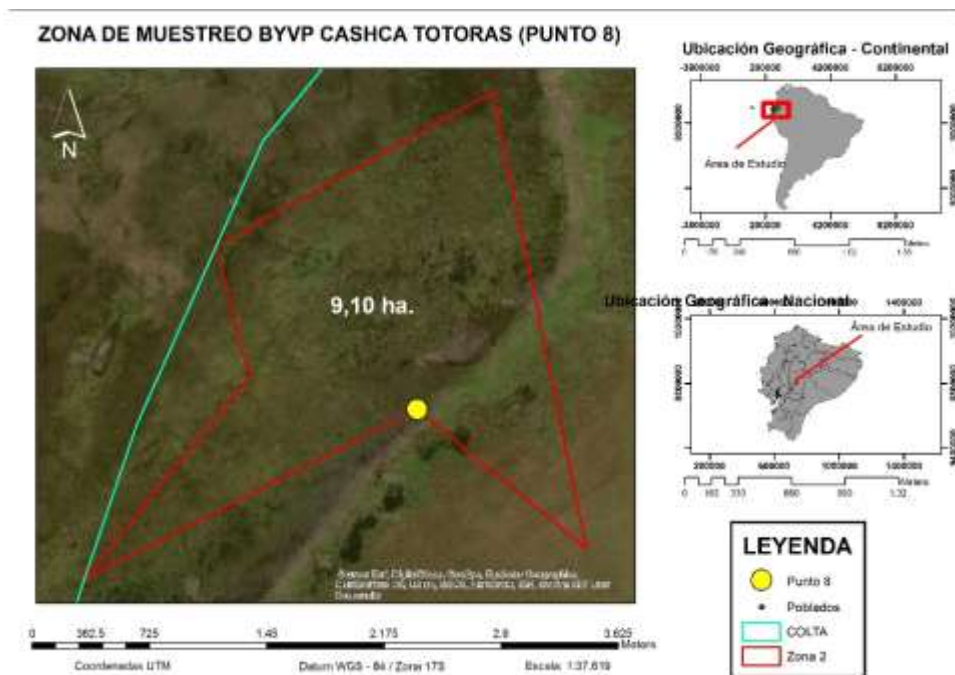


Figura 7. 35. Punto 8 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.  
Nota: (Molina, 2019).

i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 21. Coordenadas del punto 8 de la zona 2

COD	X	Y	Z
060	735347	9805580	3740

Nota: (Molina, 2019).



En cuanto a fauna nativa no se observaron especies, por lo tanto, frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 0.1/4 puntos. Los resultados de laboratorio de materia orgánica del punto 8 es de 3.80 %(anexo 2), lo que equivale a 4/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a actividad biológica del suelo, los resultados fueron 23,61 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d(anexo 1), lo que representa a 1.76/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto sola erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies y gran cantidad de rocas; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local,; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 1.44/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 1,11/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **1.04/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación baja.

## i) Punto 9

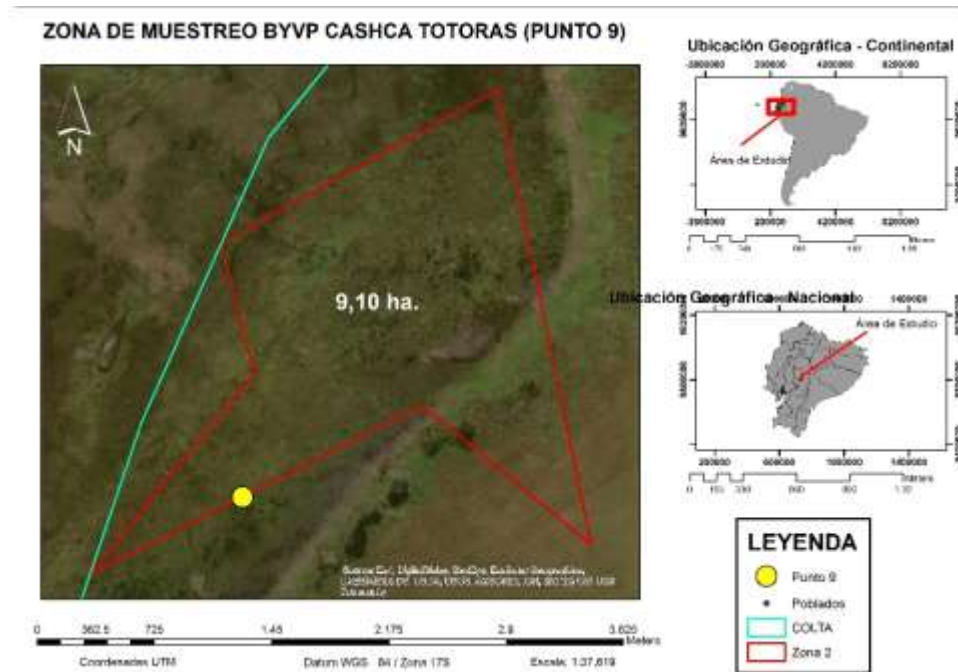


Figura 7. 36. Punto 9 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.  
Nota: (Molina, 2019).

## i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 22. Coordenadas del punto 9 de la zona 2

<b>COD</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
061	735175	9805492	3610

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a fauna nativa, no se observaron especies, por lo tanto, frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 0.1/4 puntos. Los resultados de materia orgánica del punto 9 es de 3.50 % (anexo 2), lo que equivale a 4/4 frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a actividad biológica del suelo, los resultados fueron 17,79 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 1.32/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies y gran cantidad de rocas; el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se

observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local; y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 1.53/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología. Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25,10, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0.86/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **1.05/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación baja.

j) Punto 10

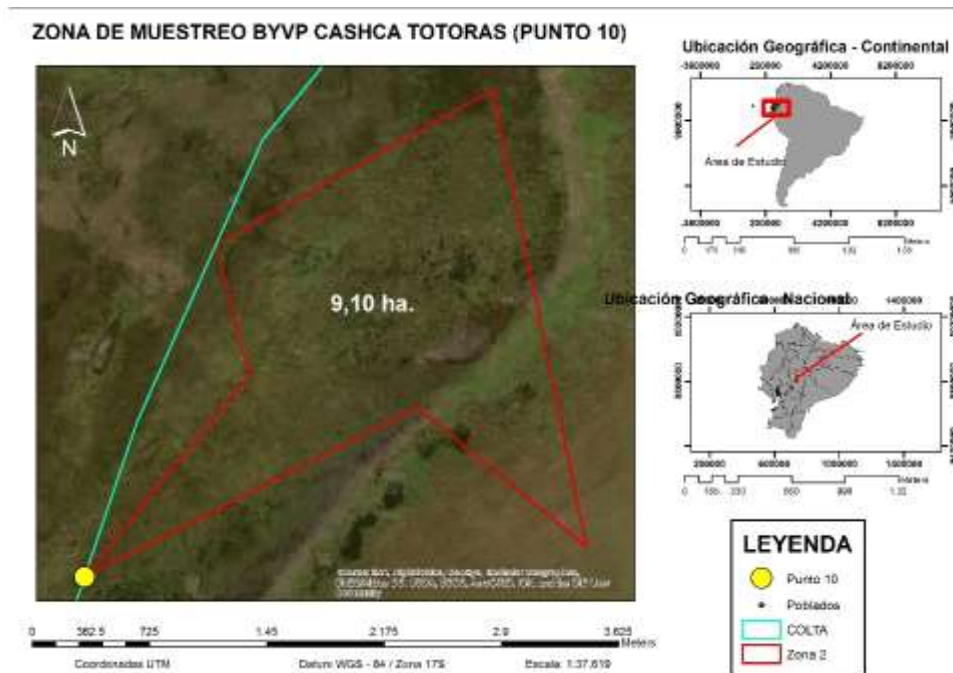


Figura 7. 37. Punto 10 de zona de muestreo BYVP Cashca Totoras del cantón Colta.

Nota: (Molina, 2019).

i. Análisis de la condición de conservación

Tabla 7. 23. Coordenadas del punto 10 de la zona 2

COD	X	Y	Z
062	735029	9805418	3310

Nota: (Molina, 2019).

En cuanto a fauna nativa, no se encontraron registros de especies, por lo tanto, frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología obtuvo un valor de 0.1/4 puntos. Los resultados de materia orgánica del punto 10 es de 3.00 % (anexo 2), lo que equivale a 3.43/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología. En cuanto a actividad biológica del suelo, los resultados fueron 9,07 kgC(CO<sub>2</sub>) /ha/d (anexo 1), lo que representa a 0,63/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en metodología.

Las presiones de este punto son la erosión, la misma que está presente en un 25% de extensión, donde se observó que a pesar de pertenecer a la modalidad de bosque y vegetación protectora, existe poca cantidad de especies y gran cantidad de rocas, el pastoreo, el cual se consideró un 20% de extensión aunque no se observó ganado controlado por la comunidad en el sitio, sin embargo, se observó la existencia de un par de especies de ganado bravo y heces de los mismos, los mismos que sirven para generar ingresos económicos de la población local, y contaminación un 15% debido a que se observó desechos inorgánicos, por aquello obtuvo un valor de 1.50/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Los impulsores de las presiones ya identificadas son la presencia de ganado bravo para generar ingresos económicos; prácticas culturales; y la mala práctica por parte de los pobladores tienen un porcentaje de extensión de 25, 10, y 15% respectivamente con un resultado de 0.93/4 puntos frente a los parámetros de evaluación propuestos en la metodología.

Considerando lo anterior el resultado de la condición de conservación que se obtuvo tiene un valor de **0.82/4** puntos (anexo 3), los cuales, frente a la escala de puntuación propuesta en la metodología, pertenece a una condición de conservación baja.

## 2. Condición de conservación por cantón

A continuación, se presentan los resultados de la condición de conservación por cada cantón.

a. Cantón Riobamba

1) Corrección atmosférica y radiométrica

Tabla 7. 24. Calibración Radiométrica y atmosférica del cantón Riobamba

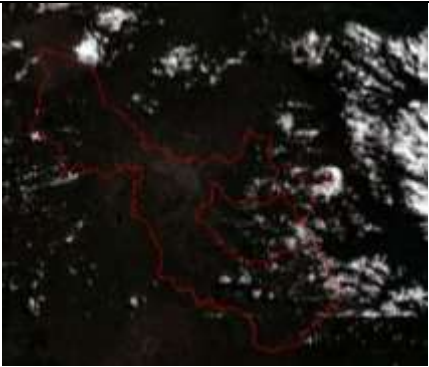

Imagen	Sentinel 1C	Calibración Sentinel 2 A
Date:		
17/07/2019		
Spatial Resolution: 15 x 15 m		
Spatial Reference: WGS84 UTM ZONE 17S		
Cloud cover: 30.00		

Figura 7. 38. Imagen Sentinel 1C 2019.

Figura 7. 39. Imagen Sentinel 2A 2019.


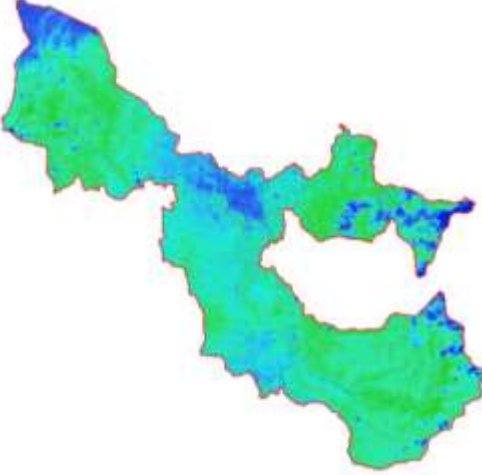
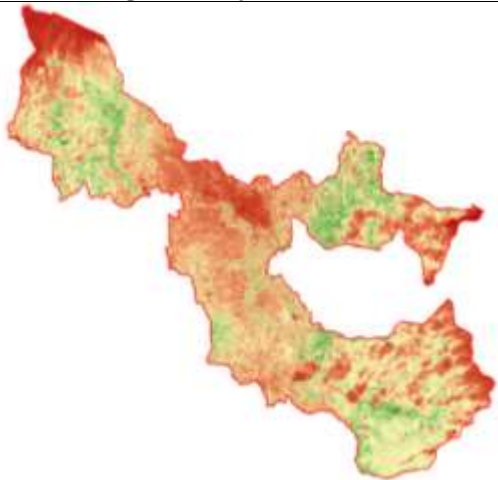
Nota: (Molina, 2019).

Con la calibración radiométrica y atmosférica se pudo corregir las unidades de radiancia de los archivos multiespectrales de la imagen en donde se pasó de micrómetros y metros a nanómetros y centímetros cuadrados, en donde se observa el color café claro perteneciente a la formación herbazal de páramo y los puntos blancos pertenecientes a la ciudad.

2) Desarrollo de indicadores potenciales

Se calcularon 5 índices de vegetación espectral (NDVI, NDWI, SAVI, EVI2, WDRI) en el software ArcMap 10.3, los cuales son indicadores potenciales para la predicción de la condición de la formación herbazal del páramo del cantón.

Tabla 7. 25. Cálculo de índices espectrales del cantón Riobamba

<p><b>Índice de vegetación normalizado (NDVI)</b>(Rouse, R., Schell, &amp; Deering, 1974).</p> 	<p>Fórmula: <math>(B8-B4)/(B8+B4)</math></p> <p>Como resultado de la banda de infrarrojo cercano y la banda roja en donde minimiza efectos y produce escala lineal de medición con una escala que va de -1 a 1 en donde los valores negativos representan la ausencia de vegetación que en este caso es el color rojo.</p>
<p><b>Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)</b>(McFeeters, 1996).</p> 	<p>Fórmula: <math>(B8-B3)/(B8+B3)</math></p> <p>El resultado de la combinación de la banda de infrarrojo cercano con la banda de infrarrojo medio que se usa para saber la cantidad de agua que tiene la vegetación, el rango de menos humedad son los valores de -1 a 1 que se muestra en los colores azules y los colores verdes son los que tienen más cantidad de agua.</p>
<p><b>Índice de vegetación ajustado con el suelo (SAVI)</b>(Qi, Chehbouni, Huete, Kerr, &amp; Sorooshian, 1994)</p> 	<p>Fórmula: <math>((B8-B4)/(B8+B4+0.428))*(1.428)</math></p> <p>El resultado de la combinación de la banda infrarroja y la banda roja ajustado con un factor "L" que determina el brillo del suelo, se puede observar el color verde claro representa la vegetación que corresponde a herbazal.</p>

---

**Índice de vegetación mejorado 2 (EVI2)**(Jiang, Huete, Didan, & Miura, 2008).

---

Fórmula:  $((B8-B4)/(B8+2.4*B4+1.0))$



El resultado de la combinación de las bandas es similar al NDVI en donde minimiza efectos y produce escala lineal de medición con una escala que va de -1 a 1 en donde los valores negativos representan la ausencia de vegetación que en este caso es el color verde claro.

---

**Índice de vegetación de rango dinámico amplio (WDRI)**(Gitelson, 2004).

---

Fórmula:  $((0.05*B8)-B4)/(0.05*B8)+B4)$



Este índice es una transformación algebraica de **NDVI**, en donde la combinación de las bandas infrarrojo y rojo más una constante “a” muestra la presencia de mayor sensibilidad al índice floreal.

---

Nota: (Muñoz , 2013)

### 3) Modelo de elevación digital (DEM)

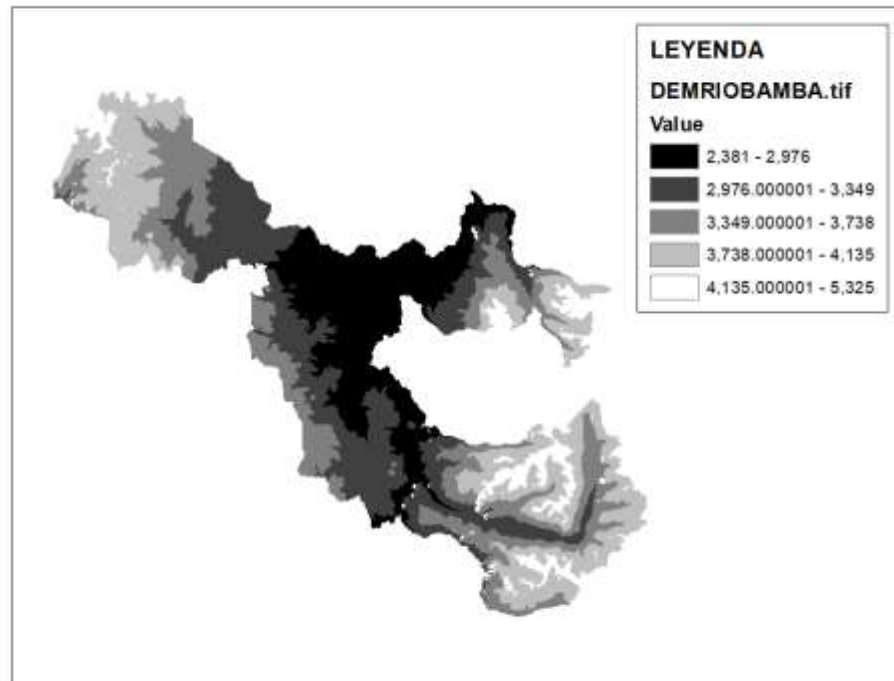


Figura 7. 40. Modelo de elevación digital del cantón Riobamba  
Nota: (Molina, 2019).

La formación herbazal de páramo, más conocido como pajonal va desde los 3400 msnm según (Hofstede et al., 2014), por ende, de los puntos registrados en el cantón fueron discriminados todos aquellos que eran inferiores a 3400 para la correcta caracterización.

### 4) Aplicación del algoritmo Random Forest

Las variables utilizadas en el entrenamiento fueron los índices espectrales de vegetación (NDVI, NDWI, SAVI, EVI2, WDRI), la categoría del 0 – 3, donde 3 es condición de conservación buena, 2 condición de conservación moderada y 1 condición de conservación baja y 0 pertenece a otros diferentes de los antes ya mencionados, con una cantidad de 500 árboles para construir, un número de predicciones de 2 y con un número de registros menor o igual a 3000, en donde este grupo de variables predictoras tuvieron un resultado global de categorizaciones correctas realizadas con un conjunto de datos OOB de un 93.05 %.

El resultado general es bastante aceptable ya que se usa 3267 píxeles o puntos para las dificultades que ofrece el área de estudio. En cuanto al resultado de la condición de conservación buena (3) tiene un porcentaje de 95.00% de clasificaciones correctas de píxeles, de la condición de conservación moderada (2) dio un resultado de 87.04% y en cuanto a la condición de conservación baja (1) un



resultado de 94.38% y un 92.37% perteneciente a la categoría otro, con un porcentaje global del 93.05% de confiabilidad y con una variación de 6.95%(Tabla 7.41).

Tabla 7. 26. Matriz de confusión entrenamiento Random Forest

Clase	Total de píxeles	Porcentaje de correctas	Predicción – clases			
			(0)	(1)	(2)	(3)
			<b>N=853</b>	<b>N=485</b>	<b>N=513</b>	<b>N=1416</b>
(0) Otros	918	92.37%	<b>848</b>	32	23	16
(1) Condición de conservación baja	427	94.38%	1	<b>403</b>	22	1
(2) Condición de conservación moderada	463	87.04%	0	47	<b>403</b>	13
(3) Condición de conservación buena	1459	95.00%	4	6	65	<b>1386</b>
Total puntos (píxeles)	3267					
Porcentaje promedio de correctas		92.20%				
Porcentaje global de correctas		93.05%				

Nota: Trabajo de campo (Random Forest, 2019).

Seguido de esto, los resultados de importancia de variables predictoras como los índices espectrales que se utilizó para el entrenamiento se puede ver la disminución en cuanto a la precisión en el subconjunto de dato OOB (Figura 7.42).

Variable	Score	
NDWI	100.00	
NDVI	99.71	
SAVI	99.52	
EVI2	88.04	
WDRI	71.65	

Figura 7. 41. Importancia de variables predictoras.

Nota: Random Forest, 2019.

Los resultados del algoritmo, como se puede apreciar en la figura, fueron entre todos los índices espectrales, el que más aporta a la categorización del herbazal de páramo en el cantón Riobamba, el NDWI y el NDVI por ser una formación vegetal con presencia de aguay vegetación con una importancia relativa del 100% y el 99,71% respectivamente y a la vez el índice que menos aporta es el WDRI con una importancia significativa de 71.65%.

Una vez corridos los datos de todo el cantón Riobamba que corresponden a 9'841,738 puntos, categorizados con las tres condiciones de conservación y la última que pertenece a otros distintos a las anteriores, están representados en el siguiente mapa:

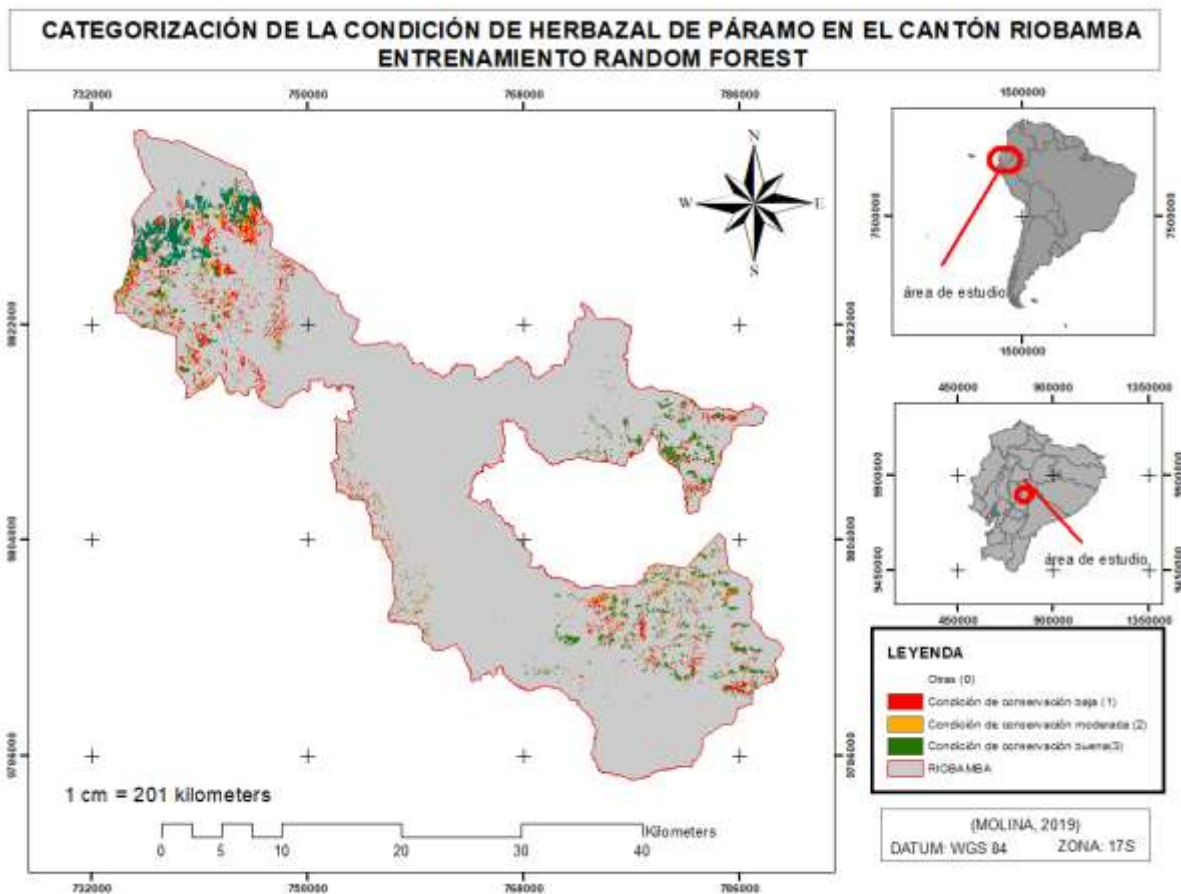


Figura 7. 42. Mapa resultado de la categorización procesada en el algoritmo Random Forest.  
Nota: Trabajo de campo (Random Forest, 2019).

Tabla 7. 27. Superficie de la condición de conservación del herbazal de páramo del cantón Riobamba.

RELACIÓN	CONDICIÓN (3)	CONDICIÓN (2)	CONDICIÓN (1)
<b>Hectáreas formación Herbazal de páramo</b>	<b>9,680.17</b>	4,412.69	1,727.26
<b>% Condición/ Herbazal</b>	<b>9.85% (cantón)</b>	45.58%	36.57%

Nota: (Molina, 2019).

En el cantón Riobamba, el 45.58% de la formación herbazal de páramo se encuentra en una condición de conservación buena, el 17.84% en condición de conservación moderada y el 36.57% en condiciones bajas del total de la formación.

En las parroquias, Pungalá, Quimiag y San Juan se encuentra la mayor parte de herbazal de páramo; en la parroquia San Juan donde se encuentra la mayor cantidad de páramo en condiciones buenas, sus principales actividades en el suelo son: 70% cultivo de ciclo corto y 30% área erosionada con un 1.84% del área total de la parroquia, un 50% cultivo de ciclo corto y 50% de pasto cultivado con un total del 10.21% del área total que presenta actividades antropogénicas y en un 50% como cobertura natural, el páramo (GADPSJ, 2015); en la parroquia Pungalá el 20,84% del territorio está destinado a la producción agropecuaria y forestal (GADPP, 2015); y en la parroquia Quimiag el 47.7% del territorio está destinado a pastos y cultivos (GADPQ, 2015); además los sitios en donde existe herbazal de páramo perteneciente a la condición de conservación baja es el que se encuentra cerca de poblados.

La información cartográfica que proporciona el Ministerio del Ambiente Ecuatoriano (MAE) y la información que aporta este trabajo de investigación coinciden parcialmente en que el herbazal del páramo se encuentra en mayor cantidad en las tres parroquias antes ya mencionadas, sin embargo, estos resultados tienen diferencias en el año de estudio, la resolución de las imágenes de satélite y la presentación de resultados.

b. Cantón Colta

1) Calibración atmosférica y radiométrica

Tabla 7. 28. Calibración atmosférica y radiométrica del cantón Colta



Imagen	Sentinel 1C	Calibración Sentinel 2 A
Date: 30/08/2019		
Spatial Resolution: 15 x 15 m		
Spatial Reference: WGS84 UTM ZONE 17S		
Cloud cover: 30.00		

Figura 7. 43. Imagen Sentinel 1C 2019.

Figura 7. 44. Imagen Sentinel 2A 2019.


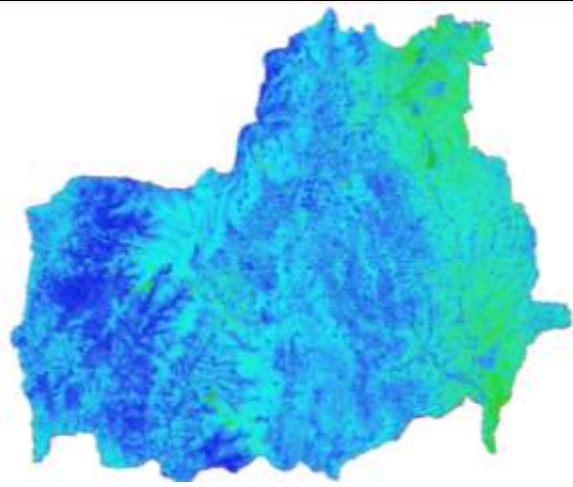
Nota: (Molina, 2019).

Con la calibración radiométrica y atmosférica se pudo corregir las unidades de radiancia de los archivos multispectrales de la imagen en donde se pasó de micrómetros y metros a nanómetros y centímetros cuadrados, en donde se observa el color café claro perteneciente a la formación herbazal de páramo y los puntos blancos pertenecientes a la ciudad.

## 2) Desarrollo de indicadores potenciales

Se calcularon 5 índices de vegetación espectral (NDVI, NDWI, SAVI, EVI2, WDRI) en el software ArcMap 10.3, los cuales son indicadores potenciales para la predicción de la condición de la formación herbazal del páramo del cantón Colta.

Tabla 7. 29. Índices espectrales del cantón Colta.

<p><b>Índice de vegetación normalizado (NDVI)</b>(Rouse, R., Schell, &amp; Deering, 1974)</p> 	<p>Fórmula: <math>(B8-B4)/(B8+B4)</math></p> <p>Como resultado de la banda de infrarrojo cercano y la banda roja en donde minimiza efectos y produce escala lineal de medición con una escala que va de -1 a 1 en donde los valores negativos representan la ausencia de vegetación que en este caso es el color rojo.</p>
<p><b>Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)</b>(McFeeters, 1996).</p> 	<p>Fórmula: <math>(B8-B3)/(B8+B3)</math></p> <p>El resultado de la combinación de la banda de infrarrojo cercano con la banda de infrarrojo medio que se usa para saber la cantidad de agua que tiene la vegetación, el rango de menos humedad son los valores de -1 a 1 que se muestra en los colores verdes y los colores azules son los que tienen más cantidad de agua.</p>

---

**Índice de vegetación ajustado con el suelo (SAVI)**(Qi, Chehbouni, Huete, Kerr, & Sorooshian, 1994).

---



Fórmula: 
$$\frac{(B8 - B4)}{(B8 + B4 + 0.428)} * (1.428)$$

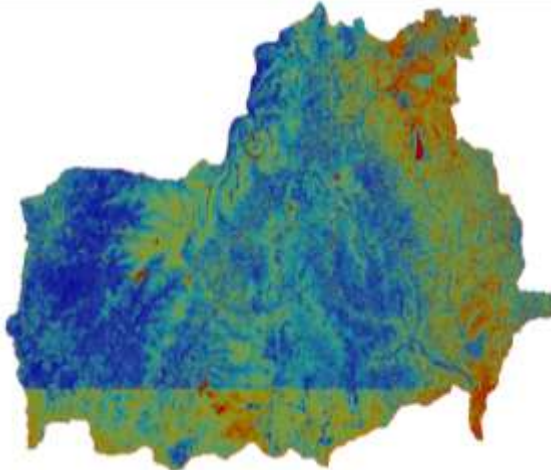
---

El resultado de la combinación de la banda infrarroja y la banda roja ajustado con un factor “L” que determina el brillo del suelo, se puede observar el color café oscuro representa la vegetación que corresponde a herbazal.

---

**Índice de vegetación mejorado 2 (EVI2)**(Jiang, Huete, Didan, & Miura, 2008).

---



Fórmula: 
$$\frac{(B8 - B4)}{(B8 + 2.4 * B4 + 1.0)}$$

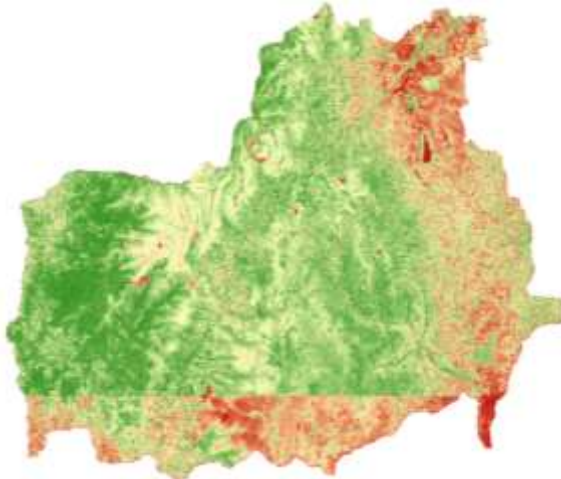
---

El resultado de la combinación de las bandas es similar al NDVI en donde minimiza efectos y produce escala lineal de medición con una escala que va de -1 a 1 en donde los valores negativos representan la ausencia de vegetación que en este caso es el color azul.

---

**Índice de vegetación de rango dinámico amplio (WDRI)**(Gitelson, 2004).

---



Fórmula: 
$$\frac{((0.05 * B8) - B4)}{((0.05 * B8) + B4)}$$

---

Este índice es una transformación algebraica de **NDVI**, en donde la combinación de las bandas infrarrojo y rojo más una constante “a” muestra la presencia de mayor sensibilidad al índice floreal.

---

Nota: (Muñoz , 2013)

### 3) Modelo de elevación digital

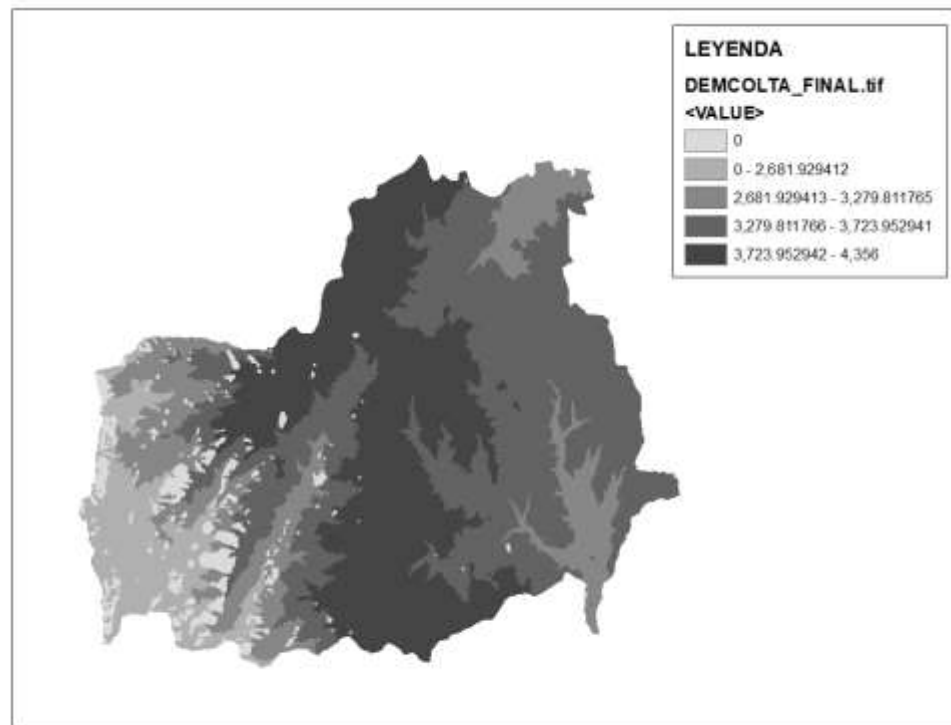


Figura 7. 45. Modelo de elevación digital del cantón Colta.  
Nota: (Molina, 2019).

La formación herbazal de páramo, más conocido como pajonal presenta una elevación que va desde los 3400 msnm según Hofstede, por ende, de los puntos registrados en el cantón fueron discriminados todos aquellos que eran inferiores a 3400 para la correcta caracterización.

### 4) Aplicación del algoritmo Random Forest

Las variables utilizadas en el entrenamiento fueron los índices espectrales de vegetación (NDVI, NDWI, SAVI, EVI2, WDRI), la categoría del 0 – 3, donde 3 es condición de conservación buena, 2 condición de conservación moderada y 1 condición de conservación baja y 0 pertenece a otros diferentes de los antes ya mencionados, con una cantidad de 500 árboles para construir, un número de predicciones de 2 y con un número de registros menor o igual a 3000, en donde este grupo de variables predictoras tuvieron un resultado global de categorizaciones correctas realizadas con un conjunto de datos OOB de un 92.66 %.

El resultado general es bastante aceptable ya que se usa 2288 píxeles o puntos para las dificultades que ofrece el área de estudio. En cuanto al resultado de la condición de conservación buena (3) tiene un porcentaje de 92.57% de clasificaciones correctas de píxeles, de la condición de conservación moderada (2) dio un resultado de 98.04% y en cuanto a la condición de conservación baja (1) un

resultado de 93.39% y un 91.15% perteneciente a la categoría otro, con un porcentaje global del 92.66% de confiabilidad y con una variación de 7.34% (Tabla 7.41).

Tabla 7. 30. Matriz de confusión entrenamiento Random Forest

Clase	Total de píxeles	Porcentaje de correctas	Predicción – clases			
			(0)	(1)	(2)	(3)
			<b>N=958</b>	<b>N=398</b>	<b>N=292</b>	<b>N=640</b>
(0) Otros	1039	91.15%	<b>947</b>	46	18	28
(1) Condición de conservación baja	348	93.39%	3	<b>325</b>	7	13
(2) Condición de conservación moderada	255	98.04%	0	4	<b>250</b>	1
(3) Condición de conservación buena	646	92.57%	8	23	17	<b>598</b>
Total puntos (píxeles)	2288					
Porcentaje promedio de correctas		93.79%				
Porcentaje global de correctas		92.66%				

Nota: Trabajo de campo (Random Forest, 2019).

Seguido de esto, los resultados de importancia de variables predictoras como los índices espectrales que se utilizó para el entrenamiento se puede ver la disminución en cuanto a la precisión en el subconjunto de dato OOB (Figura 7.48).

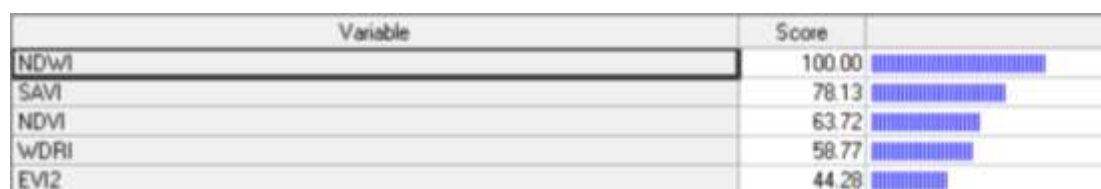


Figura 7. 46. Importancia de variables predictoras.

Nota: Trabajo de campo (Random Forest, 2019).

Los resultados del algoritmo, como se puede apreciar en la figura, fueron entre todos los índices espectrales, el que más aporta a la categorización del herbazal de páramo en el cantón Riobamba, el NDWI por ser una formación vegetal con presencia de agua, con una importancia relativa del 100% y a la vez el índice que menos aporta es el EVI2 con una importancia de 44.28%.

Una vez corridos los datos de todo el cantón Colta que corresponden a 8'397,073 puntos, categorizados con las tres condiciones de conservación y la última que pertenece a otros distintos a las anteriores, están representados en el siguiente mapa:

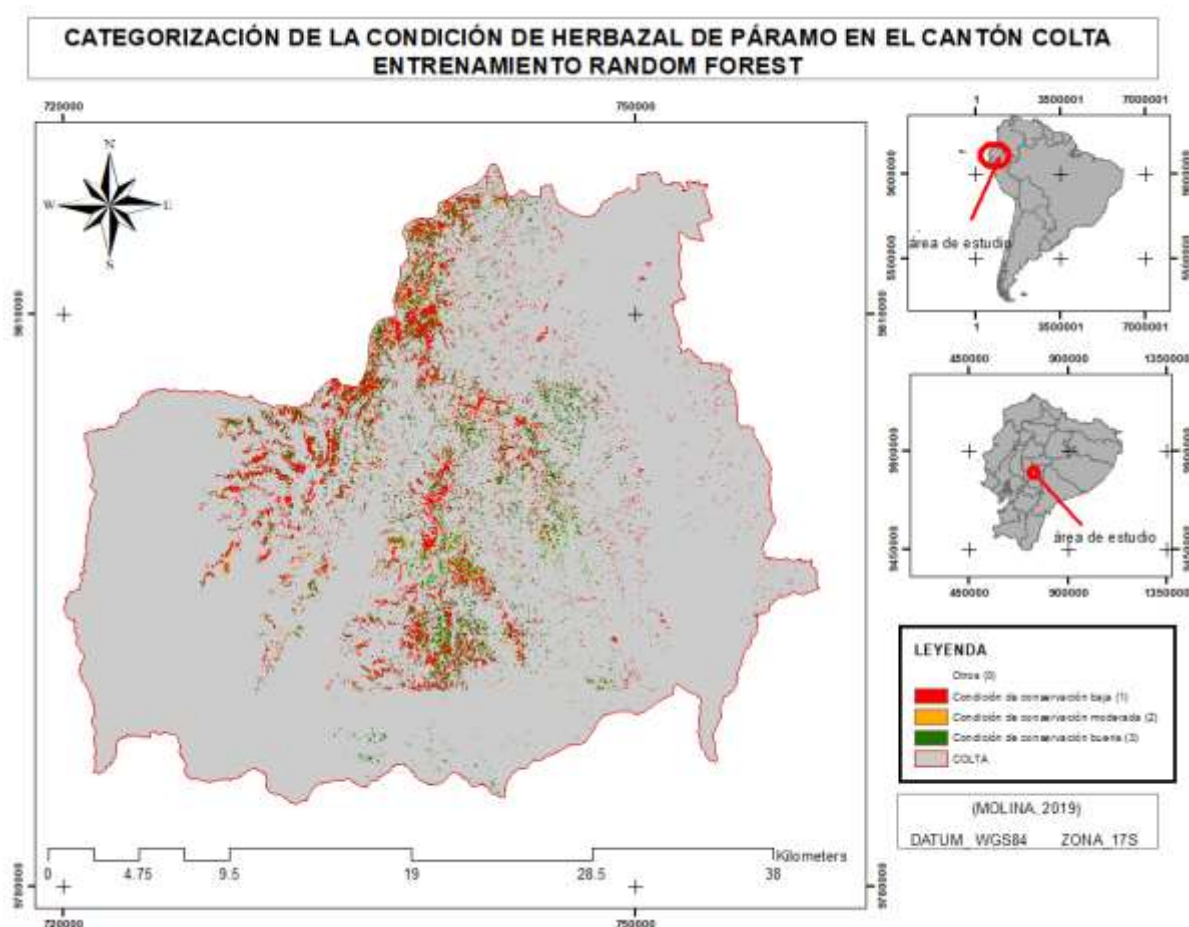


Figura 7. 47. Mapa resultado de la categorización procesada en el algoritmo Random Forest.

Nota: Trabajo de campo (Random Forest, 2019)

Tabla 7. 31. Superficie de la condición de conservación del herbazal de páramo del cantón Colta.

RELACIÓN		CONDICIÓN (3)	CONDICIÓN (2)	CONDICIÓN (1)
<b>Hectáreas formación herbazal del páramo</b>	<b>19,995.50</b>	4,740.38	1,567,75	4,687.37
<b>% condición / herbazal de páramo (cantón)</b>	<b>13.50%</b>	43.11%	14.25%	42.63%

Nota: (Molina, 2019).

En el cantón Colta, el 43.11% de la formación herbazal de páramo se encuentra en una condición de conservación buena, el 14.25% en una condición de conservación moderada y el 42.63% en condiciones bajas. En las parroquias, Juan de Velasco, Villa la Unión y Columbe se encuentra la mayor cantidad de herbazal de páramo; la parroquia Juan de Velasco existen cultivos de ciclo corto y pastoplantado en un 41.10% (GADPJV, 2015), y en la parroquia Columbe, según el, (GADPC, 2015) tienen el 60% del territorio dedicado a la actividad agropecuaria.



La información cartográfica que proporciona el Ministerio del Ambiente Ecuatoriano (MAE) y la información que aporta este trabajo de investigación, la formación herbazal del páramo coinciden parcialmente en que el herbazal del páramo se encuentra en las tres parroquias antes ya mencionadas, sin embargo, en la parroquia San Juan se encuentra en mayor cantidad, además, los resultados de este trabajo de investigación muestran que la formación herbazal de páramo también se encuentra en las parroquias Cacha, Punin y Flores.

La información cartográfica que proporciona el Ministerio del Ambiente Ecuatoriano (MAE) y la información que aporta este trabajo de investigación coinciden en que el herbazal del páramo se encuentra en mayor cantidad en las tres parroquias antes ya mencionadas, sin embargo, estos resultados tienen diferencias en el año de estudio, la resolución de las imágenes de satélite, la presentación de resultados y además porque se trabajó con un mosaico de imágenes de satélite diferentes.

### C. LINEAMIENTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FORMACIÓN HERBAZAL DEL PÁRAMO EN LOS CANTONES RIOBAMBA Y COLTA

El cumplimiento de este objetivo se realizó de la siguiente manera:

#### 1. Cantón Riobamba

##### a. Identificación de amenazas

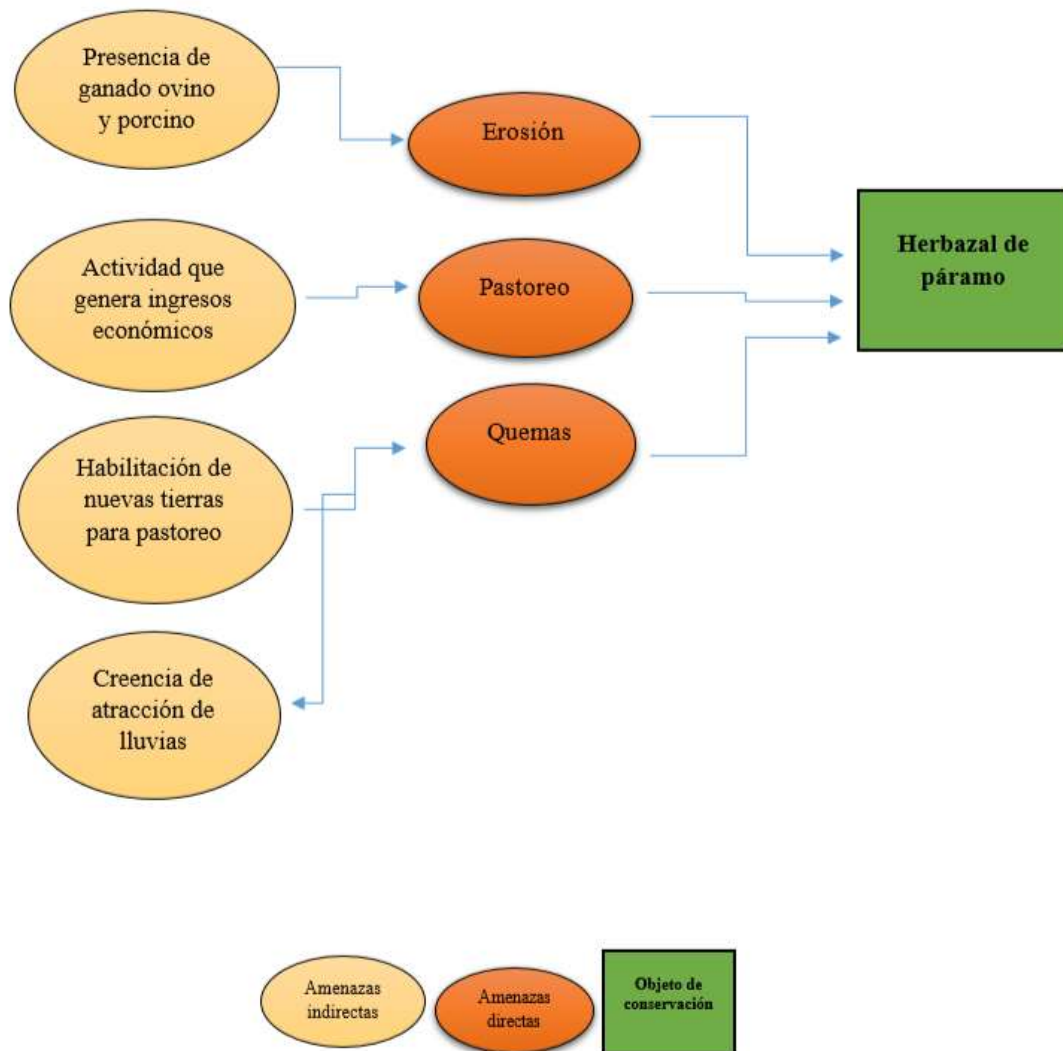


Figura 7. 48. Identificación de amenazas de la formación herbazal de páramo del cantón Riobamba  
Nota: (Molina, 2019)

b. Estructuración de lineamientos

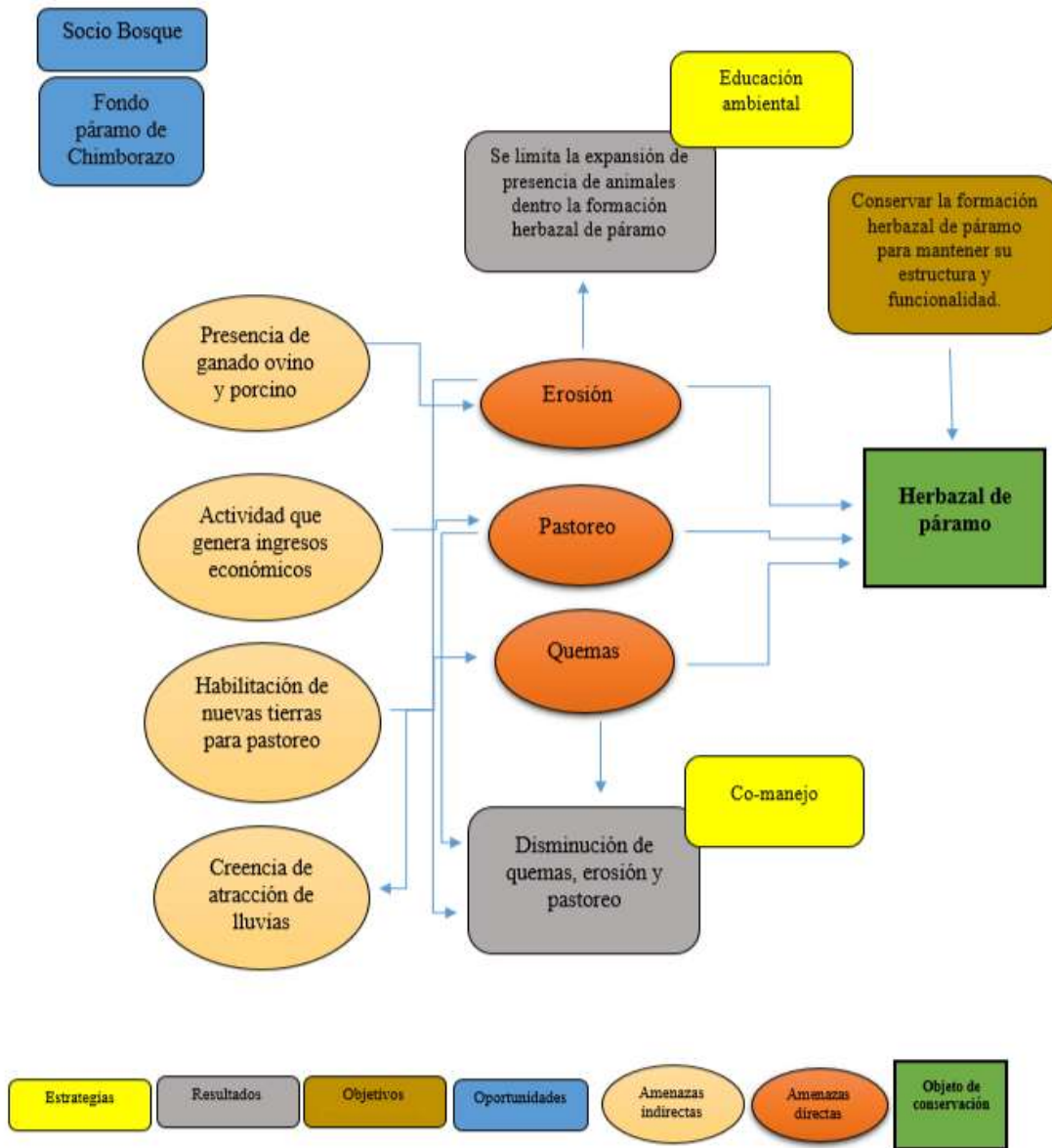


Figura 7. 49. Estructuración de lineamientos de la formación herbazal de páramo del cantón Riobamba

Nota: (Molina, 2019)

c. Perfil del programa

1) Nombre del programa

Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba.

2) Justificación:

El programa de conservación se dio en base a los resultados obtenidos en la predicción de la condición de conservación de la formación herbazal de páramo del cantón Riobamba, donde muestra que tan sólo el 4.49% del 100% de la formación en el cantón se encuentra en una conservación buena.

3) Objetivos

- Concientizar a la población local sobre la importancia de conservar la formación herbazal del páramo y aprovechar de manera sostenible el mismo.
- Co-responsabilizar el manejo de la formación herbazal de páramo para la conservación y aprovechamiento sostenible del mismo

d. Estructura analítica

1) Proyecto 1 cantón Riobamba

Tabla 7. 32. Marco lógico del proyecto 1 perteneciente al cantón Riobamba

<b>Proyecto</b>	Educación ambiental para la conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba		
<b>Duración</b>	1 año.		
<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes de verificación</b>	<b>Supuesto</b>
<b>FIN:</b>  Aportar a la conservación de la formación herbazal de páramo mediante educación ambiental.	Al finalizar el proyecto, el 100% de la población capacitada en temas de educación ambiental.	-Informe de capacitaciones impartidas  -Estudio del estado de la formación herbazal de páramo	La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y el Ministerio del Ambiente (MAE) destina presupuesto para proyecto de educación ambiental para temas de conservación de la formación herbazal de páramo y aprovechamiento sostenible.
<b>PROPÓSITO:</b> Concientizar a la población local para la conservación de la formación herbazal del páramo y el uso sostenible del mismo.	Al finalizar el proyecto, el 80% de la población estará capacitada para la conservación de la formación herbazal de páramo.	-Registro de asistencia	La ESPOCH conjuntamente con la población local participan en el proceso de conservación.
<b>COMPONENTES:</b>  1. Elaboración de un manual de educación ambiental	En el primer trimestre del año se habrá logrado el manual de educación ambiental.	-Manual de educación ambiental	La ESPOCH entrega manual de educación ambiental a la población local para el proceso de capacitación.
2. Concientización a la población local	Al término del cuarto trimestre, los pobladores se encontrarán capacitados.	-Registro de asistencia	La población local participa de manera positiva en los talleres de capacitación para la educación ambiental.
<b>ACTIVIDADES:</b>			<b>PRESUPUESTO</b>
1.1 Elaboración del manual de educación ambiental			\$30000
1.2 Elaboración de un informe sobre el manual de educación ambiental			\$1000
2.1 Realizar capacitaciones en temas de educación ambiental			\$7000
2.2 Salidas de campo con la población local.			\$5000
<b>TOTAL</b>			<b>\$43000</b>

Nota: (Molina, 2019).

## 2) Proyecto 2 cantón Riobamba

Tabla 7. 33. Marco lógico del proyecto 2 perteneciente al cantón Riobamba

<b>Proyecto</b>	Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba mediante el co-manejo.		
<b>Duración</b>	1 año.		
<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes de verificación</b>	<b>Supuesto</b>
<b>FIN:</b>  Aportar a la conservación de la formación herbazal de páramo mediante co-manejo.	Al finalizar el proyecto, el 60% de la formación con cuidado y mantenimiento.	-Fotografías  -Informe de mantenimiento	La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y el Ministerio del Ambiente (MAE) destina presupuesto para proyecto de conservación de la formación herbazal de páramo y aprovechamiento sostenible mediante el co-manejo.
<b>PROPÓSITO:</b>  Buenas prácticas de gestión de la formación herbazal de páramo	Al finalizar el proyecto, el 60% de la población estará encargada de realizar buenas prácticas en la formación herbazal de páramo.	-Fotografías  -Informes de condición de conservación	La ESPOCH conjuntamente con la población ayudan en el proceso de buenas prácticas de la formación herbazal de páramo.
<b>COMPONENTES:</b>  1. Creación de un comité encargado del mantenimiento y conservación de la formación	En el primer trimestre del año se habrá creado al 100% un comité para el mantenimiento y conservación de la formación.	-Registro de asistencia  -Fotografías	La ESPOCH conjuntamente con la población local participan en el proceso de conservación.
2. Creación de incentivos destinados a la conservación de la formación	Al finalizar el cuarto trimestre del año se habrán creado incentivos destinados a la conservación de la formación	-Convenios con entidades competentes	La ESPOCH conjuntamente con la entidades competentes ayudan con incentivos para el mantenimiento de la formación herbazal de páramo.
<b>ACTIVIDADES:</b>			<b>PRESUPUESTO</b>
1.1 Contratar profesional			\$18000
1.2 Talleres con la población local			\$800
2.1 Mantenimiento de la formación herbazal de páramo			\$800
2.2 Creación de incentivos			\$800
<b>TOTAL</b>			<b>\$20400</b>

Nota: (Molina, 2019).



<b>Proyecto 2: Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba mediante el co-manejo.</b>		
<b>Componente: Creación de un comité encargado del mantenimiento y conservación de la formación</b>		x
<b>Actividades</b>		
1.1 Contratar profesional		
1.2 Talleres con la población local		x
<b>Componente: Creación de incentivos destinados a la conservación de la formación</b>		x
2.1 Mantenimiento de la formación herbazal de páramo		
2.2 Creación de incentivos		x
Nota: (Molina, 2019).		

## 6) Fuentes de financiamiento

Tabla 7. 37. Fuentes de financiamiento para el programa del cantón Riobamba

<b>Presupuesto</b>	<b>MAE</b>	<b>GADPCH</b>
<b>Proyecto 1: Educación ambiental para la conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba</b>		
Componente: Elaboración de un manual de educación ambiental		\$31000
Componente: Concientización a la población local		\$12000
<b>Proyecto 2: Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba mediante el co-manejo.</b>		
Componente: Creación de un comité encargado del mantenimiento y conservación de la formación		\$18800
Componente: Creación de incentivos destinados a la conservación de la formación		\$1600
<b>TOTAL</b>	<b>\$43000</b>	<b>\$20400</b>

Nota: (Molina, 2019).



## 2. Cantón Colta

### a. Identificación de amenazas

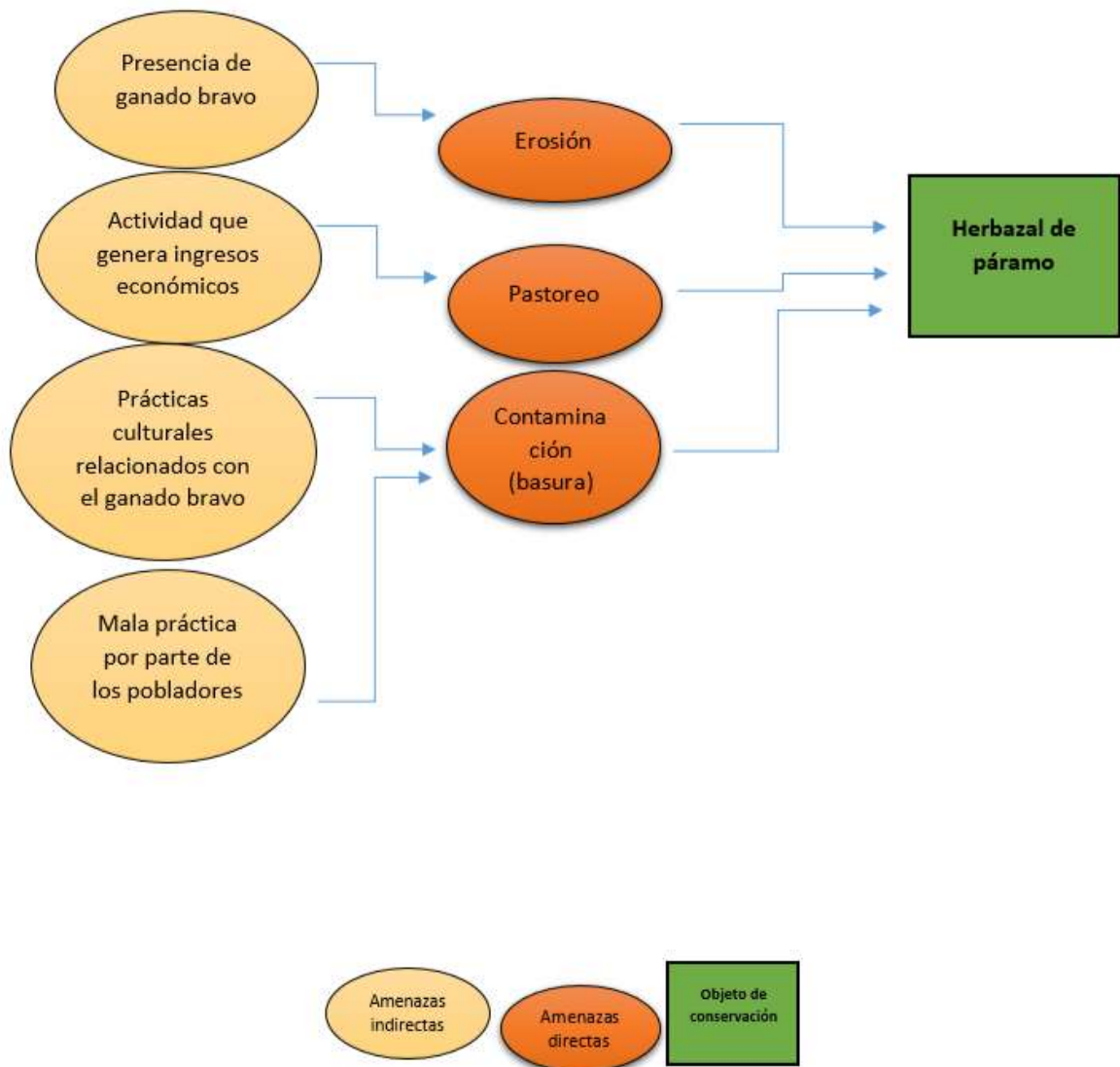


Figura 7. 50. Identificación de amenazas de la formación herbazal de páramo del cantón Colta

Nota: (Molina, 2019)

b. Estructuración de lineamientos

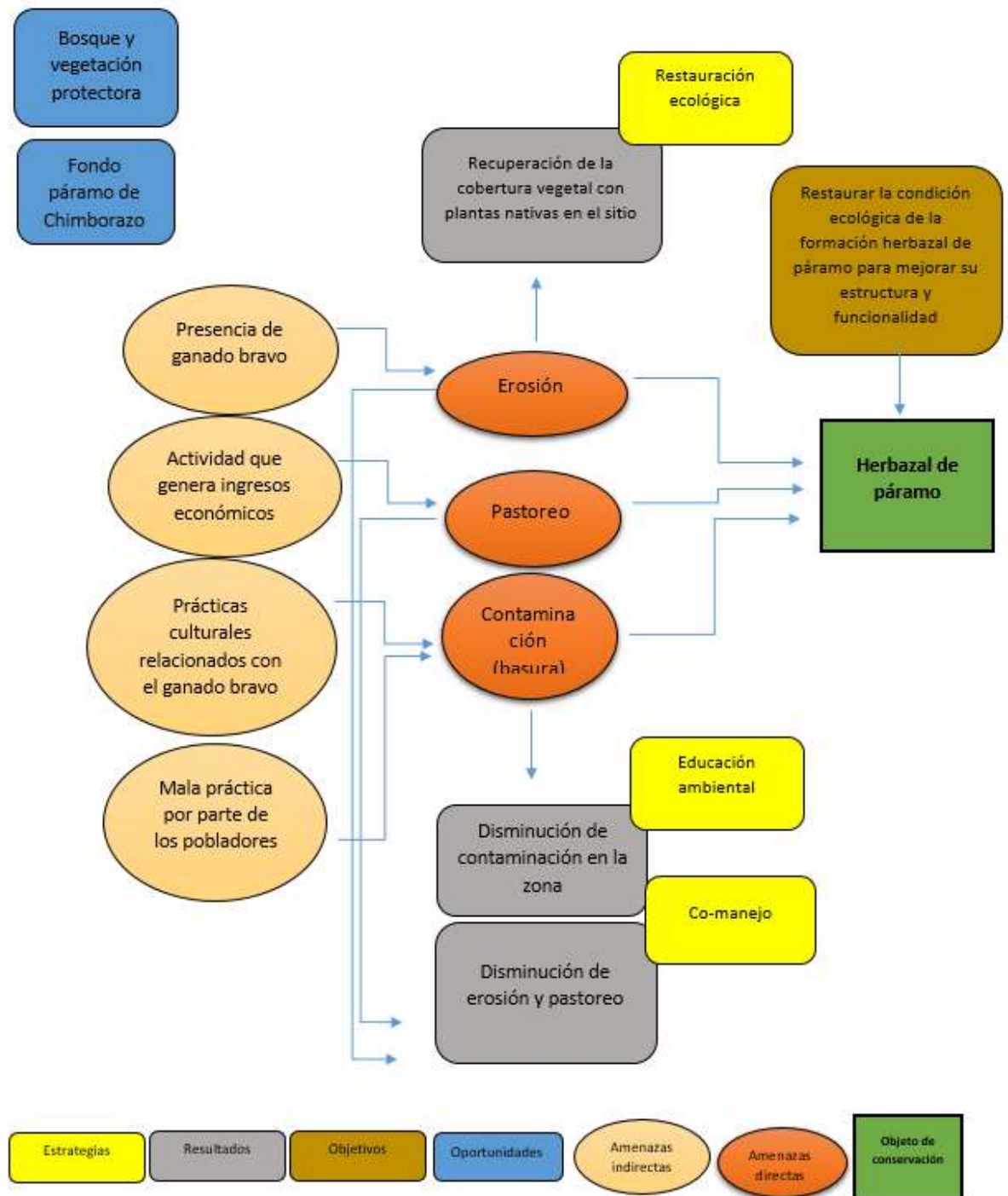


Figura 7. 51. Estructuración de lineamientos de la formación herbazal de páramo del cantón Colta  
 Nota: (Molina, 2019)

c. Perfil del programa

1) Nombre del programa

Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba.

2) Justificación:

El programa de conservación se dio en base a los resultados obtenidos en la predicción de la condición de conservación de la formación herbazal de páramo del cantón Riobamba, donde muestra que tan sólo el 5.76% del 100% de la formación en el cantón se encuentra en una conservación buena.

Para mitigar los problemas

3) Objetivos

- Concientizar a la población local para el cuidado y conservación de la formación herbazal del páramo
- Restaurar la formación herbazal de páramo en el cantón Colta
- Co-responsabilizar el manejo de la formación herbazal de páramo para la conservación y aprovechamiento sostenible del mismo

d. Estructura analítica

1) Proyecto 1 cantón Colta

Tabla 7. 38. Marco lógico del proyecto 1 perteneciente al cantón Colta

<b>Proyecto</b>	Educación ambiental para la conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta		
<b>Duración</b>	1 año.		
<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes de verificación</b>	<b>Supuesto</b>
<b>FIN:</b>  Aportar a la restauración de la formación herbazal de páramo mediante educación ambiental.	Al finalizar el proyecto, el 100% de la población capacitada en temas de educación ambiental.	-Informe de capacitaciones impartidas  -Estudio del estado de la formación herbazal de páramo	La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y el Ministerio del Ambiente (MAE) destina presupuesto para proyecto de educación ambiental para temas de restauración de la formación herbazal de páramo.
<b>PROPÓSITO:</b>  Concientizar a la población local para la restauración de la formación herbazal del páramo y el uso sostenible del mismo.	Al finalizar el proyecto, el 80% de la población estará capacitada en restauración de la formación herbazal de páramo.	-Registro de asistencia	La ESPOCH conjuntamente con la población local participan en el proceso de conservación.
<b>COMPONENTES:</b>  1. Elaboración de un manual de educación ambiental	En el primer trimestre del año se habrá logrado el manual de educación ambiental.	-Manual de educación ambiental	La ESPOCH entrega manual de educación ambiental a la población local para el proceso de capacitación.
2. Concientización a la población local	Al término del cuarto trimestre, los pobladores se encontrarán capacitados.	-Registro de asistencia	La población local participa de manera positiva en los talleres de capacitación para la educación ambiental.
<b>ACTIVIDADES:</b>	<b>PRESUPUESTO</b>		
1.1 Elaboración del manual de educación ambiental	\$30000		
1.2 Elaboración de un informe sobre el manual de educación ambiental	\$1000		
2.1 Realizar capacitaciones en temas de educación ambiental	\$7000		
2.2 Salidas de campo con la población local.	\$5000		
<b>TOTAL</b>	<b>\$43000</b>		

Nota: (Molina, 2019).

## 2) Proyecto 2 cantón Colta

Tabla 7. 39. Marco lógico del proyecto 2 perteneciente al cantón Colta.

<b>Proyecto</b>	Recuperación de la cobertura vegetal para la restauración ecológica de la formación herbazal del páramo.		
<b>Duración</b>	2 años.		
<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes de verificación</b>	<b>Supuesto</b>
<b>FIN:</b>  Implementar procesos de restauración ecológica de la formación herbazal del páramo.	Al finalizar el proyecto, el 60% de cobertura vegetal recuperada.	-Zonas en proceso de restauración.  -Informe de avance por parte de técnicos especialistas.  -Fotografías.	La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y el Ministerio del Ambiente (MAE) destina presupuesto para proyecto de educación ambiental para temas de conservación de la formación herbazal de páramo y aprovechamiento sostenible. La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y el Ministerio del Ambiente (MAE) destina presupuesto para proyecto de restauración ecológica de la formación herbazal de páramo.
<b>PROPÓSITO:</b>  Recuperar la cobertura vegetal de la zona mediante procesos de restauración ecológica.	Al finalizar el proyecto se habrán aplicado procesos de restauración al 80%.	- Zonas en proceso de restauración.  - Informe de avance por parte de técnicos especialistas.  -Fotografías.	La ESPOCH conjuntamente con la población local trabajan para la restauración ecológica de la formación herbazal de páramo.
<b>COMPONENTES:</b>  1. Identificar las zonas de recuperación	En el primer trimestre del proyecto se habrán identificado las zonas aptas para la restauración	-Fotografías  -Zonas identificadas en proceso de restauración (SIG)	La ESPOCH cuenta con presupuesto para la identificación de zonas previamente muestreadas
2. Adaptación de procesos de restauración.	En el primero año se habrán aplicado un 50% de estrategias de restauración en zonas identificadas	-Informe técnico de avance.  -Fotografías.  -Registro de salidas de campo.	La ESPOCH y los pobladores locales trabajan en la etapa de restauración activamente.
3. Recuperación de la cobertura para procesos y funciones de las zonas	Al término del segundo año se habrán recuperado el 100% de	-Zonas identificadas restauradas	La ESPOCH conjuntamente con los pobladores locales

identificadas.	zonas identificadas previamente.	-Fotografías.	trabajan en la etapa de restauración activamente.
<b>ACTIVIDADES:</b>			<b>PRESUPUESTO</b>
1.1 Contratar personal especialista			\$25000
1.2 Identificar zonas aptas para la restauración			\$300
2.1 Preparación de zonas prioritarias			\$800
2.2 Plantación de pajonal			\$2000
3.1 Evaluación de la estructura y funcionamiento			\$1000
3.2 Socialización de resultados			\$500
<b>TOTAL</b>			<b>\$29600</b>

Nota: (Molina, 2019)

### 3) Proyecto 3 cantón Colta

Tabla 7. 40. Marco lógico del proyecto3perteneiente al cantón Colta.

<b>Proyecto</b>	Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta mediante el co-manejo.		
<b>Duración</b>	1 año.		
<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes de verificación</b>	<b>Supuesto</b>
<b>FIN:</b>  Aportar al cuidado de la formación herbazal de páramo restaurada mediante co-manejo.	Al finalizar el proyecto, el 60% de la formación restaurada en cuidado y mantenimiento.	-Fotografías  -Informe de mantenimiento	La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y el Ministerio del Ambiente (MAE) destina presupuesto para proyecto de cuidado de la formación herbazal de páramo restaurada mediante el co-manejo.
<b>PROPÓSITO:</b>  Buenas prácticas de gestión de la formación herbazal de páramo	Al finalizar el proyecto, el 60% de la población estará encargada de realizar buenas prácticas en la formación herbazal de páramo.	-Fotografías  -Informes de condición de conservación	La ESPOCH conjuntamente con la población ayudan en el proceso de buenas prácticas de la formación herbazal de páramo.
<b>COMPONENTES:</b>  1. Creación de un comité encargado del mantenimiento y conservación de la formación	En el primer trimestre del año se habrá creado al 100% un comité para el mantenimiento y conservación de la formación.	-Registro de asistencia  -Fotografías	La ESPOCH conjuntamente con la población local participan en el proceso de conservación.
2. Crear incentivos destinados a la conservación de la formación	Al finalizar el cuarto trimestre del año se habrán creado incentivos destinados a la conservación de la	-Convenios con entidades competentes	La ESPOCH conjuntamente con la entidades competentes ayudan con incentivos para

formación.	el mantenimiento de la formación herbazal de páramo.
<b>ACTIVIDADES:</b>	<b>PRESUPUESTO</b>
1.1 Contratar profesional	\$18000
1.2 Talleres con la población local	\$800
2.1 Mantenimiento de la formación herbazal de páramo	\$800
2.2 Creación de incentivos	\$800
<b>TOTAL</b>	<b>\$20400</b>

Nota: (Molina, 2019).

4) Cronograma Proyecto 1

Tabla 7. 41. Cronograma de actividades del proyecto 1

<b>Proyecto 1: Educación ambiental para la conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba</b>	<b>1 Año (2020)</b>			
<b>Actividades</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
1.1 Elaboración del manual de educación ambiental	x			
1.2 Elaboración de un informe sobre el manual de educación ambiental		x		
2.1 Realizar capacitaciones en temas de educación ambiental			x	
2.2 Salidas de campo con la población local.				x

Nota: (Molina, 2019).

5) Cronograma Proyecto 2

Tabla 7. 42. Cronograma de actividades del proyecto 2

<b>Proyecto 2: Recuperación de la cobertura vegetal para la restauración ecológica de la formación herbazal del páramo.</b>	<b>Año 1</b>				<b>Año 2</b>			
<b>Actividades</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
1.1 Contratar personal especialista	x							
1.2 Identificar zonas aptas para la restauración		x						
2.1 Preparación de zonas muestreadas			x	x				
2.2 Plantación de pajonal					x	x		
3.1 Evaluación de la estructura y funcionamiento							x	
3.2 Socialización de resultados								x

Nota: (Molina, 2019).

## 6) Cronograma Proyecto 3

Tabla 7. 43. Cronograma de actividades del proyecto 3

<b>Proyecto 3: Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Riobamba mediante el co-manejo.</b>	<b>1 Año (2020)</b>			
<b>Actividades</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
1.1 Elaboración del manual de educación ambiental	x			
1.2 Elaboración de un informe sobre el manual de educación ambiental		x		
2.1 Realizar capacitaciones en temas de educación ambiental			x	
2.2 Salidas de campo con la población local. Nota: (Molina, 2019).				x

## 7) Cronograma técnico de proyectos

Tabla 7. 44. Cronograma técnico de proyectos del cantón Colta

<b>Proyecto 1:</b> Educación ambiental para la restauración de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta.	<b>Año 1</b>				<b>Año 2</b>				<b>Año 3</b>				<b>Año 4</b>			
<b>Componente:</b> Elaboración de un manual de educación ambiental	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<u>Actividades</u>																
1.1 Elaboración del manual de educación ambiental	X															
1.2 Elaboración de un informe sobre el manual de educación ambiental		X														
<b>Componente:</b> Concientización a la población local																
<u>Actividades</u>																
2.1 Realizar capacitaciones en temas de educación ambiental				X												
2.2 Salidas de campo con la población local.				X												
<b>Proyecto 2:</b> Recuperación de la cobertura vegetal para la restauración ecológica de la formación herbazal del páramo.																
<b>Componente:</b> Identificar las zonas de recuperación																
<u>Actividades</u>																
1.1 Contratar personal especialista					X											
1.2 Identificar zonas aptas para la restauración						X										
<b>Componente:</b> Adaptación de procesos de restauración.																
<u>Actividades</u>									X	X						
2.1 Preparación de zonas prioritarias																
2.2 Plantación de pajonal										X						
<b>Componente:</b> Recuperación de la cobertura para																



procesos y funciones de las zonas identificadas.	X	
3.1 Evaluación de la estructura y funcionamiento		
3.2 Socialización de resultados	X	X
<b>Proyecto 3:</b> Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta mediante el co-manejo.		
<b>Componente:</b> Creación de un comité encargado del mantenimiento y conservación de la formación		
<u>Actividades</u>		
1.1 Contratar profesional		X
1.2 Talleres con la población local		X
<b>Componente:</b> Creación de incentivos destinados a la conservación de la formación		
2.1 Mantenimiento de la formación herbazal de páramo		X
2.2 Creación de incentivos		X
Nota: (Molina, 2019).		

## 8) Fuentes de financiamiento

Tabla 7. 45. Fuentes de financiamiento para el programa del cantón Colta

Presupuesto	MAE	GADPCH
<b>Proyecto 1: Educación ambiental para la conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta</b>		\$31000
Componente: Elaboración de un manual de educación ambiental		
Componente: Concientización a la población local		\$12000
<b>Proyecto 2: Recuperación de la cobertura vegetal para la restauración ecológica de la formación herbazal del páramo</b>		\$25300
Componente: Identificar las zonas de recuperación		
Componente: Adaptación de procesos de restauración.		\$2800
Componente: Recuperación de la cobertura para procesos y funciones de las zonas identificadas.		\$1500
<b>Proyecto 3: Conservación de la formación herbazal del páramo en el cantón Colta mediante el co-manejo.</b>		
Componente: Creación de un comité encargado del mantenimiento y conservación de la formación		\$18800
Componente: Creación de incentivos destinados a la conservación de la formación		\$1600
<b>TOTAL</b>		<b>\$72600</b>
		<b>\$20400</b>

Nota: (Molina, 2019).

## **VIII. CONCLUSIONES**

En el cantón Riobamba y en el cantón Colta el herbazal de páramo es un ecosistema prioritario porque: **a)** En Riobamba representa el 22 % del territorio, está asociado a las principales redes hidrográficas del cantón (como el río Chimborazo, río Alao y río Blanco), y es hábitat de especies de flora y fauna, principalmente se encuentra en tres parroquias del cantón (San Juan, Quimiag y Pungalá) y tiene 1.43% de deforestación y casi en su totalidad es susceptible a incendios y sequías. **b)** En Colta el herbazal de páramo es un ecosistema prioritario porque representa el 32 % del territorio, y está asociado a las principales redes hidrográficas del cantón (como el río Puyal, río Pangol y río Sicalpa), principalmente se encuentra en tres parroquias del cantón (Juan de Velasco, Villa la Unión y Columbe) y tiene 1.06% de deforestación y casi en su totalidad es susceptible a incendios y sequías.

El cantón Riobamba la formación herbazal de páramo se encuentra en proceso de deterioro porque presenta una condición de conservación baja y moderada del 54.41% (5.267,48 ha), debido a la presión antrópica presente principalmente en las parroquias San Juan, Quimiag y Pungalá, en las cuales se impulsan actividades agrícolas y pecuarias. Además, presenta un 45.58% (4.412,69 ha) de herbazal de páramo en condición de conservación buena, el mismo está presente en su mayoría en la parroquia San Juan, la misma que presenta el 50% del territorio con cobertura natural.

El cantón Colta la formación herbazal de páramo se encuentra en proceso acelerado de deterioro porque presenta una condición de conservación baja y moderada del 56.88% (6.255,12 ha), debido a la presión antrópica presente principalmente en la parroquia Columbe, en la cual se impulsan actividades agrícolas y pecuarias. Además, presenta un 43.11% (4.740,38 ha) de herbazal de páramo en condición de conservación buena, el mismo está presente en su mayoría en las parroquias Juan de Velasco, Villa la Unión y Columbe.

Para mejorar la condición de conservación de la formación herbazal de páramo en los cantones Riobamba y Colta se requiere una intervención integral, con enfoque de manejo participativo y adaptativo, para lo cual se debe implementar 5 proyectos relacionados con la educación ambiental, formación de capacidades para el manejo y restauración ecológica de zonas deterioradas, los mismos que requieren un presupuesto de \$ 170.800,00 USD. y un periodo de ejecución de 5 años.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Continuar con la caracterización de la formación herbazal de páramo de los distintos cantones de la provincia mediante el levantamiento de información en campo determinar la condición de conservación de dicha formación.

Realizar el levantamiento de inventarios de especies de flora y fauna para incluirlos en la relación de condición de conservación de la formación herbazal del páramo.

Se sugiere trabajar con imágenes de satélite de buena calidad y tratadas adecuadamente, y que cubran en su totalidad el área de estudio para que los resultados no varíen y a su vez tener un porcentaje de confiabilidad más alto en la aplicación de Random Forest.

Considerar los proyectos establecidos en este trabajo para lograr una formación herbazal de páramo de los cantones Riobamba y Colta en mejores condiciones corresponsabilizando y educando a los pobladores locales sobre el manejo adecuado del mismo.

## X. RESUMEN

La presente investigación propone: predecir la condición de conservación de la formación vegetal herbazal del páramo en los cantones Riobamba y Colta de la provincia de Chimborazo; donde: a) se caracterizó de forma ecológica de dicha formación con parámetros como localización, características físicas y químicas, flora y fauna y amenazas, donde se determinó que en el cantón Riobamba dicha formación representa el 22,44% del cantón y tiene un 1,44% de deforestación con respecto al total de la formación y el cantón Colta representa el 32,20% del cantón y el 1,06% de la formación presenta deforestación; b) se determinó la condición de conservación de la formación herbazal del páramo en los cantones en dos etapas, la condición de conservación por sitio con la relación  $(FN+FN+S(ABS+MO/2)/3-(P+FP/2))$ , donde los datos fueron técnicos en sitio y los datos de suelo se analizaron en laboratorio, los cuales obtuvieron resultados de condición de conservación buena, moderada y baja, la condición de conservación por cantón se determinó con el algoritmo Random Forest donde se corrigieron imágenes satelitales y se realizó el cálculo de cinco índices espectrales NDVI, NDWI, EVI2, SAVI y WDRI con resultados del 93,05% de confiabilidad del cantón Riobamba y el 92,66% del cantón Colta donde se concluye que en los dos cantones la formación herbazal del páramo se encuentra en proceso de deterioro y c) se formularon lineamientos para la conservación de dicha formación con la metodología adaptada de PCA en donde se analizaron en campo las amenazas directas e indirectas, se formularon lineamientos para dichas amenazas y finalmente se generaron 1 programa para cada cantón y 5 proyectos en un periodo de tiempo de 6 años con un presupuesto de \$ 170.800,00 USD.

Palabras clave: CONSERVACION DE LA FORMACION VEGETAL - HERBAZAL, PÁRAMO - SUELOS DE PÁRAMO.



## **XI. ABSTRACT**

The present investigation proposes: to predict the conservation condition of the herbaceous plant formation of the moor in the Riobamba and Colta cantons of the Chimborazo province ; where: a) this formation was ecologically characterized with parameters such as location, physical and chemical characteristics, flora and fauna and threats, where it was determined that in the Riobamba canton that formation represents 22.44% of the canton and has 1.44% deforestation with respect to the total of the formation and the Colta canton represents 32.20% of the canton and 1, 06% of the formation presents deforestation; b) the condition of conservation of the grassland formation of the moor in the two-stage cantons was determined, the condition of conservation by site with the relationship  $(FN + FN + S (ABS + MO / 2) / 3 - (P + FP / 2))$ , where the data were technical on site and the soil data were analyzed in the laboratory, which obtained good conservation condition results, moderate and low, the conservation condition per canton was determined with the Random Forest algorithm where satellite images were corrected and the calculation of five spectral indexes NDVI, NDWI, EVI2, SAVI and WDRI was performed with results of 93.05% of the reliability of the Riobamba canton and 92.66% of the Colta canton where it is concluded that in both cantons the grassland formation of the moorland is in the process of deterioration and c) guidelines were formulated for the conservation of that formation with the adapted methodology of PCA where direct and indirect threats were analyzed in the field, guidelines were formulated for these threats and finally 1 program was generated for each canton and 5 projects over a period of 6 years with a budget of \$ 170,800.00 USD.

**Keywords:** CONSERVATION OF VEGETABLE FORMATION - HERBAZAL, MOORLAND - MOORLAND SOILS



## **XII. BIBLIOGRAFÍA**

- Bosque, J., & García, R. (2000). Uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*. Madrid. pp. 49-67.
- Cadena, N. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Riobamba*. Riobamba.
- Camacho, M. (2013). *Los Páramos ecuatorianos. Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible*. Quito.
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales. (2016). Combinación de bandas espaciales. Recuperado el 10 de noviembre de 2019 de: <http://ufs.conae.gov.ar/>
- Consejo Nacional de Planificación. (2017). Política 3.1. *Plan Nacional del Desarrollo 2017 - 2021 - Toda una Vida*. Quito.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino, A., Muriel, P., & Torres, O. (2013). *Identificación de vacíos y prioridades de conservación en el Ecuador continental*. Quito.
- Debreuve, E. (2015). *An introduction to Random Forest*. Niza, Francia.
- Díaz, P. B. (2015). Caracterización ecológica de los Bofedales como hábitat vital de las Vicuñas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Riobamba.
- Esperanza, F., & Zerda, H. (2002). *Potencialidad de los índices de vegetación para la discriminación de coberturas forestales*. Buenos Aires.
- Environmental Systems Research Institute. (2016). Análisis de superposición: *ArcGis for Desktop*. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/overlay-analysis.htm>
- Fernández, I. (2001). *Características de las imágenes satelitales Landsat*. Madrid.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Riobamba: GADMR
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cañi. (2014). Uso de suelos. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Cañi*. Colta: GADPC

- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Columbe. (2015). Uso de suelos. *Plan de desarrollo de la parroquia Columbe*. Colta: GADPC
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Chimborazo*. Riobamba: GADPCH
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial Chimborazo. (2016). *Diagnóstico social y ambiental de los páramos y ecosistemas asociados*. Riobamba: GADPCH.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, EcoCiencia, & Codesan. (2011). *Los páramos de Chimborazo*. Quito.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Juan de Velasco. (2015). Uso de suelos. *Plan de desarrollo de la parroquia Juan de Velasco*. Colta: GADPJV
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Pungalá. (2015). Uso de suelos. *Plan de desarrollo de la parroquia Pungalá*. Riobamba: GADPP
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Quimiag. (2015). Uso de suelos. *Plan de desarrollo de la parroquia Quimiag*. Riobamba. GADPQ
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Juan. (2015). Uso de suelos. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Juan*. Riobamba. GADPSJ
- Gitelson, A. (2004). *Wide dynamic range vegetation index for remote quantification of biophysical characteristics of vegetation*. Recuperado el 15 de octubre de 2019 de: Journal of plant Physiology: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0176161704705726>
- Granizo, T., Molina, M. E., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., & Castro, M. (2006). Estructuración de lineamientos para la conservación. *Manual de Planificación para la Conservación de Áreas*. Quito: TNC Y USAID.
- Gutiérrez, C. P., & Nieto, A. M. (2006). Teledetección. Recuperado el 10 de septiembre de 2019 de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SfrGxbO1DT0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=teledetecci%C3%B3n&ots=pDnbXy2hF-&sig=1NVw1MoTWcbmI9Rg2dJ5VUqnHvU#v=onepage&q=teledetecci%C3%B3n&f=false>
- Hofstede. (2013). El impacto de las actividades humanas sobre el páramo. Quito
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., & Cerra, M. (2014). *Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. Quito: UICN.

- Hofstede, R., Coppus, R., Mena, P., Segarra, P., Wolf, J., & Sevink, J. (2002). El estado de conservación de los páramos. *ECOTROPICOS*, 6.
- Hofstede, R., Coppus, R., Mena, V. P., Segarra, P., Wolf, J., & Sevink, J. (2002). El estado de conservación de los páramos del pajonal en el Ecuador. *ECOTROPICOS*, 9.
- Huete, A. (1985). Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds. Madrid
- Instituto Geográfico Nacional. (2010). *Conceptos cartográficos*. España: IGN.
- Instituto Humboldt. (2007). *Sistemas de información geográfica*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. (2013). Tema. Buenos Aires: INTA.
- Jiang, Z., Huete, A., Didan, H., & Miura, T. (2008). *Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band*. Recuperado el 4 de octubre de 2019 de: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.06.006>
- León, A. (2015). *Descripción, descarga y manipulación de productos Sentinel*. Lima.
- Luteyn, W. P. (1996). *Páramos: why study them?* London: Academic Press.
- Ministerio del Ambiente Ecuatoriano. (2013). *Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: MAE
- Ministerio del Ambiente Ecuatoriano. (2017). *Sistema Nacional de áreas protegidas*. Recuperado el 5 de julio de 2019 de: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/info-snap>
- Maguire, D. J. (2007). *An Overview and Definition of GIS*. Oxford
- Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Actualización del estudio de necesidades y el análisis de brecha de. *Nature*. pp.243-253.
- Margules, C. R., & Sarkar, S. (2007). *Systematic Conservation Planning*. Inglaterra: Cambridge University Press.
- McFeeters, S. K. (1996). *Difference water index (NDWI) in the delineation of open water features*. Recuperado el 7 de octubre de 2019 de: <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- Mena, P., & Hofstede, R. (2007). Los páramos Ecuatorianos. *EcoCiencia*, pp. 92-110.
- Mena, P., Josse, C., & Medina, G. (2000). *Los suelos de los páramos*. Quito.



- Ministerio de Turismo Ecuatoriano. (2007). *Plan estratégico de desarrollo de turismo sostenible para Ecuador*. Quito: MINTUR
- Morales, J. A., & Estévez, J. V. (2006). El páramo: ¿Ecosistema en vía de extinción? *Revista Luna Azul*. pp. 23-56
- Moreno, P., Orozco, S., Tixi, O., Cayambe, S., Paca, J., Chimborazo, C., & Silva, S. (2014). *Plan Anual Operativo de la Reserva de producción de Fauna Chmborazo*. Puenbo.
- Moyota, P. D. (2015). *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*. Quito.
- Municipio de Colta. (2012). *Ubicación Geográfica de Colta*. Riobamba.
- Muñoz , P. (2013). *Apuntes de teledetección: Índices de vegetación*. Madrid.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestro sobre una población a estudio. *Int Morphol*, pp. 228.
- Poiani, K., Richter, B., Anderson, M., & Richter, H. (2000). Biodiversity Conservation at Multiple Scales: Functional Sites, Landscapes, and Networks. *BioScience*.
- Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A. R., Kerr, Y. H., & Sorooshian, S. (1994). *A modified soil adjusted vegetation index*. Recuperado el 9 de noviembre de 2019 de Sensing of Environment: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(94\)90134-1](https://doi.org/10.1016/0034-4257(94)90134-1)
- Rioja, M. A. (2002). *Apuntes de Fitotecnia General*. Ciudad Real.
- Rouse, J. W., R., H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. Madrid.
- Sierra, R., Cerón, C. E., Palacios, W., & Valencia, R. (1999). *Criterios para la clasificación de la vegetación del Ecuador*. Quito.
- Sistema Nacional de Información Agropecuaria. (2016). Índices de vegetación Recuperado el 10 de diciembre de 2019 de: [http://dlibrary.snia.gub.uy/maproom/Monitoreo\\_Agroclimatico/INDICES\\_VEGETACION/NDWI/NDWI\\_250m/NDWI.html#tabs-2](http://dlibrary.snia.gub.uy/maproom/Monitoreo_Agroclimatico/INDICES_VEGETACION/NDWI/NDWI_250m/NDWI.html#tabs-2)
- Woods End Research. (1997). *Índices generales para clases de respiración de suelo, y estado de suelo en condiciones óptimas de temperatura y humedad primordialmente para uso agrícola*. Quito.

### XIII. ANEXOS

#### Anexo 1: Análisis de laboratorio de ciencias biológicas para Actividad Biológica del Suelo.

Tabla 11. 1. Codificación de análisis de ABS

ZONA 1 (Riobamba)		MO	ZONA 2 (Colta)		MO
1	Páramo Medianamente Conservado muestra 3	7	1	Páramo Medianamente Conservado muestra 1	6
2	Páramo Medianamente Conservado muestra 2	6	2	Páramo Conservado muestra 2	10
3	Páramo Conservado muestra 3	3	3	Páramo Conservado muestra 3	5
4	Páramo Conservado muestra 4	1	4	Páramo Conservado muestra 1	7
5	Páramo Conservado muestra 1	4	5	Páramo Medianamente Conservado muestra 2	8
6	Páramo Conservado muestra 2	2	6	Páramo Medianamente Conservado muestra 3	2
7	Páramo Intervenido muestra 3	11	7	Páramo Intervenido muestra 1	4
8	Páramo Intervenido muestra 2	10	8	Páramo Intervenido muestra 2	9
9	Páramo Medianamente Conservado muestra 1	5	9	Páramo Intervenido muestra 3	1
10	Páramo Medianamente Conservado muestra 4	8	10	Páramo Intervenido muestra 4	3
11	Páramo Intervenido muestra 1	9			

Nota: (Molina, 2019)

Nota: La hipótesis planteada en campo fue que mientras >altura >condición de conservación y mientras < altura <estado de conservación, debido a esto se les etiquetó de la siguiente manera.

La cuantificación de la población microbiana se efectuó utilizando el método de dilución en serie e inoculación directa sobre cajas de Petri que contenían medios de cultivo específicos como, Agar nutriente (AN) en el caso de bacterias y Potatoe Dextrosa Agar (PDA) en el caso de hongos, todas las cajas fueron incubadas a 28°C durante 72 horas en el caso de bacterias y 168 horas en el caso de hongos. Luego se procedió a contar el número de colonias en cada uno de los aislamientos (Tabla 1), con los datos obtenidos se procedió al cálculo de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g) de microorganismos en cada una de las muestras de los dos sitios, se cuantificó el umbral de población de nematodos y la cantidad de CO<sub>2</sub> (mg) / Kg de suelo de las muestras analizadas (Tabla 2).

Tabla 11. 2. Numero de colonias de bacterias, hongos y actinomycetes en AN y PDA

SITIO 1					SITIO 2				
Nº	Dilución	Bacterias	Hongos	Actinos	Nº	Dilución	Bacterias	Hongos	Actinos
1	10 <sup>-2</sup>	138	4	0	1	10 <sup>-2</sup>	>300	2	1
2	10 <sup>-2</sup>	103	5	0	2	10 <sup>-2</sup>	>300	0	6
3	10 <sup>-2</sup>	76	6	0	3	10 <sup>-2</sup>	33	3	0

4	10 <sup>-2</sup>	20	0	1	4	10 <sup>-2</sup>	62	0	1
5	10 <sup>-2</sup>	33	3	0	5	10 <sup>-2</sup>	133	2	0
6	10 <sup>-2</sup>	5	0	0	6	10 <sup>-2</sup>	82	4	0
7	10 <sup>-2</sup>	26	0	0	7	10 <sup>-2</sup>	16	1	0
8	10 <sup>-2</sup>	46	0	0	8	10 <sup>-2</sup>	112	0	1
9	10 <sup>-2</sup>	70	3	0	9	10 <sup>-2</sup>	115	7	2
10	10 <sup>-2</sup>	107	10	0	10	10 <sup>-2</sup>	50	0	2
11	10 <sup>-2</sup>	58	10	0					

Nota: (Molina, 2019)

Nota: >300= Número de colonias fuera del rango de evaluación.

En el sitio Pulingú San Pablo, sólo la muestra 4 presentaron población de actinos, pero baja, en cambio las muestras 4, 6, 7 y 8 no mostraron crecimiento de hongos, pero todas tuvieron crecimiento de colonias de bacterias, aunque la muestra 6 fue la que presentó un número bajo. Con respecto al sitio 2 Cashca, las poblaciones microbianas fueron más altas para bacterias ya que las colonias observadas en las muestras 1 y 2 sobrepasaron el rango considerado para cuantificación (>300), pero las poblaciones de hongos fueron similares ya que las muestras 2, 4, 8 y 10 no mostraron crecimiento y las demás tuvieron pocas colonias, sin embargo, si hubo población de actinos.

Tabla 11. 3. Enterobacterias identificadas de los sitios muestreados

Cantón Riobamba				Cantón Colta					
Nº	Ufc/g	Nemátodos	CO <sub>2</sub> (producido en Kg)	Enterobacte rias	Nº	Ufc/g	Nemátodos	CO <sub>2</sub> producido en (Kg)	Enterobacte rias
1	1.4E+05	20	0.0176	108	1	3.00E+0	30	0.0308	9
2	1.1E+05	25	0.0396	78	2	6.00E+0	45	0.0044	3
3	8.2E+04	10	0.0528	21	3	3.60E+0	40	0.0154	7
4	2.1E+04	33	0.066	113	4	6.30E+0	40	0.0264	5
5	3.6E+04	27	0.0792	65	5	1.35E+0	45	0.0308	3
6	5.0E+03	18	0.0792	98	6	8.60E+0	35	0.0264	4
7	2.6E+04	34	0.0836	10	7	1.70E+0	40	0.0352	3
8	4.6E+04	28	0.0836	39	8	1.13E+0	40	0.0484	4
9	7.3E+04	33	0.0792	208	9	1.24E+0	40	0.0396	8
10	1.2E+05	75	0.0836	111	10	5.20E+0	50	0.0352	8
11	6.8E+04	47	0.0836	57					

Nota: (Molina, 2019)

Las muestras de suelo de la Zona 1 correspondientes a Pulinguí en el cantón Riobamba, mostraron poblaciones microbianas diversas, 3 de ellas presentan poblaciones de alrededor de  $10^5$  UFC/g de suelo, 7 tienen poblaciones de alrededor de  $10^4$  UFC/g de suelo, mientras que solo 1 muestra tiene población baja de alrededor de  $10^3$  UFC/g de suelo, pese a que corresponde a suelo de un páramo conservado, se puede afirmar que no se obtuvo población microbiana ni abundante ni diversa.

De la misma manera, las poblaciones de nemátodos considerados indicadores biológicos, indicaron que la muestra 10, que corresponde a un suelo intervenido, tuvo una mayor población de nemátodos (75/50g de suelo), en su mayoría parásitos lo que puede atribuirse también a incidencia de factores agropecuarios en ese suelo, por el contrario, la muestra 3 (10 / 50 g de suelo) obtenida en páramo medianamente conservado refleja la baja población que corresponde a nemátodos de vida libre (característicos del suelo).

Con respecto a la tasa de respiración mediante la determinación del  $\text{CO}_2$  producido por los microorganismos en 50 g de suelo, coloca a las muestras 7, 8, 10 y 11 con las mayores cantidad de  $\text{CO}_2$  en mg producido con un valor de 83,6 kg, lo que indica que los suelos medianamente conservados como en el caso de las muestras 7 y 8 representan una actividad de las poblaciones conservadas de las microbiotas locales, no así en el caso de las muestras 10 y 11 donde aunque haya una producción de  $\text{CO}_2$  similar a las de suelo conservado, esta cantidad de  $\text{CO}_2$  producida puede ser atribuida a la incidencia de poblaciones microbianas contaminantes como es el caso de las enterobacterias propias de la actividad agropecuaria y antrópica ya que se trata de suelos intervenidos.

Consecuentemente, el análisis de la presencia de enterobacterias dio como resultado que la muestra 11 correspondiente a suelo intervenido mostro crecimiento abundante para estas bacterias, así como la muestra 2 de suelo de paramo medianamente conservado que también registro crecimiento para el mismo género bacteriano, pero en menor número de colonias, estos contaminantes pueden ser atribuidos al desarrollo de actividad antropogénicas.

Los resultados para el sitio 2 mostraron así mismo que 3 muestras tuvieron poblaciones microbianas que bordean  $10^5$  UFC/g de suelo, 5 muestras tuvieron poblaciones de  $10^4$  UFC/g de suelo y 2 muestras  $10^3$  UFC/ g de suelo, lo cual muestra que la población microbiana correspondiente al paramo medianamente conservado, es similar a la presente en las muestras del páramo intervenido.

Las poblaciones de nematodos en el sitio 2 fueron entre 30-50 nematodos/50 g de suelo siendo la muestra 10 paramo intervenido que da mayor número de ejemplares con morfología característica de nematodos parásitos.

En relación a la tasa de respiración donde se cuantifico la producción de  $\text{CO}_2$  en mg, la muestra 8 correspondiente a páramo intervenido mostro la mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  producido con un valor de

48,4 kg, lo que atribuye a que además de haber poblaciones microbianas propias del suelo, hay contaminantes de enterobacterias.

Seguido de esto, el análisis de enterobacterias, dio como resultado que la muestra 7, 9, 10 correspondiente a páramo medianamente conservado y páramo intervenido mostraron crecimiento abundante de estas bacterias que generalmente se asignan a contaminantes de actividades antropogénicas.

Anexo 2: Análisis de laboratorio de suelos para Materia orgánica.

Tabla 11. 4. Codificación de análisis de MO

SITIO 1 (Riobamba)		SITIO 2	
		(Colta)	
1	Páramo Medianamente Conservado muestra 3	1	Páramo Medianamente Conservado muestra 3
2	Páramo Medianamente Conservado muestra 2	2	Páramo Intervenido muestra 4
3	Páramo Conservado muestra 3	3	Páramo Medianamente Conservado muestra 2
4	Páramo Conservado muestra 4	4	Páramo Intervenido muestra 1
5	Páramo Conservado muestra 1	5	Páramo Intervenido muestra 2
6	Páramo Conservado muestra 2	6	Páramo Conservado muestra 2
7	Páramo Intervenido muestra 3	7	Páramo Conservado muestra 1
8	Páramo Intervenido muestra 2	8	Páramo Intervenido muestra 3
9	Páramo Medianamente Conservado muestra 1	9	Páramo Medianamente Conservado muestra 1
10	Páramo Medianamente Conservado muestra 4	10	Páramo Conservado muestra 3
11	Páramo Intervenido muestra 1		

Nota: (Molina, 2019)

Nota: La hipótesis planteada en campo fue que mientras >altura >condición de conservación y mientras < altura <estado de conservación, debido a esto se les etiquetó de la siguiente manera.

Para el proceso de identificación de materia orgánica se procedió a ubicar 5 gr. de muestra en cápsulas con una repetición para lograr resultados más reales para luego secar las muestras en la estufa por 24 h, pesarlas y anotar el peso. Finalmente colocarle en la mufla por 30 min, pesarlas y anotar el peso y la diferencia de peso es la cantidad de materia orgánica.

Tabla 11. 5. Porcentaje de materia orgánica por zona

ZONA	MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	MO
1	1	Páramo Medianamente Conservado muestra 3	2.63 %
	2	Páramo Medianamente Conservado muestra 2	2.38 %
	3	Páramo Conservado muestra 3	2.13 %
	4	Páramo Conservado muestra 4	2.61 %

	5	Páramo Conservado muestra 1	1.80 %
	6	Páramo Conservado muestra 2	1.74 %
	7	Páramo Intervenido muestra 3	1.85 %
	8	Páramo Intervenido muestra 2	1.49 %
	9	Páramo Medianamente Conservado muestra 1	1.76 %
	10	Páramo Medianamente Conservado muestra 4	1.99 %
	11	Páramo Intervenido muestra 1	2.50 %
2	1	Páramo Medianamente Conservado muestra 3	3.40 %
	2	Páramo Intervenido muestra 4	3.10 %
	3	Páramo Medianamente Conservado muestra 2	3.50 %
	4	Páramo Intervenido muestra 1	3.40 %
	5	Páramo Intervenido muestra 2	3.60 %
	6	Páramo Conservado muestra 2	3.01 %
	7	Páramo Conservado muestra 1	3.20 %
	8	Páramo Intervenido muestra 3	3.80 %
	9	Páramo Medianamente Conservado muestra 1	3.50 %
	10	Páramo Conservado muestra 3	3.00 %

Nota: (Molina, 2019)

Tabla 11. 6. Rango de calidad de materia orgánica y actividad biológica

Sitio 1			Sitio 2		
Muestra	Calidad MO	Calidad ABS	Muestra	Calidad MO	Calidad ABS
<u>1</u>	4 (Alto)	<b>1</b> (Actividad de suelo muy baja)	<u>1</u>	4 (Alto)	<b>2</b> (Actividad del suelo moderadamente baja)
<u>2</u>	3 (Normal)	<b>3</b> (Actividad del suelo mediana)	<u>2</u>	4 (Alto)	1 (Actividad del suelo muy baja)
<u>3</u>	3 (Normal)	<b>3</b> (Actividad del suelo mediana)	<u>3</u>	4 (Alto)	<b>1</b> (Actividad del suelo muy baja)
<u>4</u>	4 (Alto)	<b>3</b> ((Actividad del suelo mediana)	<u>4</u>	4 (Alto)	<b>2</b> (Actividad del suelo moderadamente baja)
<u>5</u>	2 (Bajo)	<b>4</b> (Actividad del suelo ideal)	<u>5</u>	5 (Muy alto)	<b>3</b> (Actividad del suelo mediana)
<u>6</u>	2 (Bajo)	<b>4</b> (Actividad del suelo ideal)	<u>6</u>	4 (Alto)	<b>2</b> (Actividad del suelo moderadamente baja)
<u>7</u>	2 (Bajo)	<b>4</b> (Actividad del suelo ideal)	<u>7</u>	4 (Alto)	<b>3</b> (Actividad del suelo mediana)
<u>8</u>	2 (Bajo)	<b>4</b> (Actividad del suelo ideal)	<u>8</u>	5 (Muy alto)	<b>3</b> (Actividad del suelo mediana)
<u>9</u>	2 (Bajo)	<b>4</b> (Actividad del suelo ideal)	<u>9</u>	4 (Alto)	<b>3</b> (Actividad del suelo mediana)
<u>10</u>	2 (Bajo)	<b>4</b> (Actividad del suelo ideal)	<u>10</u>	4 (Alto)	<b>3</b> (Actividad del suelo mediana)
<u>11</u>	3 (Normal)	<b>4</b> (Actividad del suelo ideal)			

Nota: (Molina, 2019)

Nota: La valoración se ha dado mediante la evaluación predeterminada de cada análisis.

Anexo3: Resultados de la condición de conservación de los cantones Riobamba y Colta

La siguiente matriz presenta el resumen de resultados obtenidos de la condición de conservación por sitio de los dos cantones.

Tabla 11. 7. Condición de conservación de la formación herbazal del páramo en los dos cantones

Cantón	Puntos muestrales	Flora nativa	Fauna nativa	Suelo		Presiones	Fuentes de presión	Estado de conservación.
				MO	ABS			
Riobamba	<b>1</b>	4	4	2.59	2.39	0.35	0.53	3.06
	<b>2</b>	4	4	2.34	2.30	0.32	0.33	3.11
	<b>3</b>	4	4	1.89	1.53	0.27	0.48	2.86
	<b>4</b>	4	4	2.57	0.62	0.32	0.5	2.79
	<b>5</b>	4	4	1.60	1.80	0.28	0.52	2.83
	<b>6</b>	4	4	1.55	1.52	0.3	0.47	2.79
	<b>7</b>	4	4	1.64	2.35	0.92	0.53	2.61
	<b>8</b>	4	4	1.32	2.38	2.13	0.52	1.96
	<b>9</b>	4	0.1	1.56	2.25	2.13	0.53	0.67
	<b>10</b>	4	0.1	1.77	2.41	2.57	0.55	0.50
	<b>11</b>	4	0.1	2.46	2.21	2.77	0.65	0.44
Colta	<b>12</b>	4	4	3.89	1.14	0.40	0.75	2.93
	<b>13</b>	4	4	3.54	1.47	0.35	0.64	3.01
	<b>14</b>	4	4	4.00	1.35	0.23	0.50	3.19
	<b>15</b>	4	4	3.89	1.47	0.25	0.64	3.12
	<b>16</b>	4	4	4	1.59	0.37	0.68	3.08
	<b>17</b>	4	4	2.96	0.17	0.38	0.70	2.65
	<b>18</b>	4	4	3.66	1.13	1.65	0.89	2.20
	<b>19</b>	4	0.1	4	1.76	1.44	1.11	1.05
	<b>20</b>	4	0.1	4	1.32	1.53	0.86	1.06
	<b>21</b>	4	0.1	3.43	0.63	1.50	0.94	0.83

Nota: (Molina, 2019)