

LOS PÁRAMOS DE CHIMBORAZO

UN ESTUDIO SOCIOAMBIENTAL
PARA LA TOMA DE DECISIONES



Macarena Bustamante, Montserrat Albán y María Argüello (Editoras)

Gobierno Autónomo descentralizado de la provincia de Chimborazo, se crea el primero de enero de 1946, bajo un análisis somero y efectivo de los gobernantes de aquella época, como medio de solución a las necesidades y requerimientos de los pueblos más alejados por el Poder Central. Su misión es liderar la minga para el desarrollo provincial de acuerdo a su ámbito de acción con capacidad institucional, planificación participativa, mediante actividades productivas competitivas con enfoque intercultural, solidario, promoviendo el manejo y conservación de los recursos naturales de manera equitativa, justa y sustentable para elevar la calidad de vida de la población a fin de lograr el Sumak kawsay (Buen Vivir).

EcoCiencia es una entidad científica, privada y sin fines de lucro creada en 1989, cuya misión es conservar la biodiversidad mediante la investigación científica, la recuperación del conocimiento tradicional y la educación ambiental, impulsando formas de vida armoniosas entre el ser humano y la naturaleza. Su Unidad de geografía, con el Laboratorio de Sistema de Información Geográfica, fue concebida para desarrollar soluciones integrales basadas en SIG, imágenes satelitales, adquiridas mediante Sensores Remotos, Sistemas de Posicionamiento Global, topografía y otras tecnologías, además de proveer servicios y productos para la elaboración de mapas digitales inteligentes.

CONDESAN, es el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina, comprometida con una gestión sostenible de los recursos naturales que contribuya a superar la pobreza de las poblaciones andinas y asegure su bienestar. Para ello promueve procesos de investigación orientados a obtener un panorama regional del manejo que tiene la población de los países andinos sobre sus recursos naturales. Con esos hallazgos, se impulsa a procesos colectivos de diálogo que resultan en recomendaciones de políticas públicas en el ámbito local, nacional y regional.

El BioAndes, es un Programa Regional diseñado por la Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE) para fortalecer la gestión sustentable de la diversidad biocultural en la región andina de Bolivia, Perú y Ecuador. Su finalidad es "contribuir a la conservación y la valoración económica, sociocultural y política de la biodiversidad", teniendo como base las estrategias de vida y el dialogo de saberes. El Programa Regional BioAndes es implementado por el Consorcio conformado por el Centro Universitario AGRUCO de la Universidad Mayor de San Simón de Bolivia, la Fundación EcoCiencia del Ecuador y la Asociación ETC Andes del Perú.

El Proyecto **Conservación de la Biodiversidad de los Páramos de los Andes del Norte y Centrales o Proyecto Páramos Andino (PPA)** es una iniciativa regional (de Venezuela a Perú) que busca apoyar la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad de los páramos. Es financiado por el GEF a través del PNUMA y coordinado por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), con agencias ejecutoras en cada país (el ICAE de la Universidad de los Andes en Venezuela, el Instituto Alexander Von Humboldt en Colombia, EcoCiencia en el Ecuador y el Instituto de Montaña en Perú).

Le sugerimos citar la obra completa así:

Bustamante M., M. Albán y M. Argüello (Eds.), 2011. Los páramos de Chimborazo. Un estudio socioambiental para la toma de decisiones. Gobierno autónomo descentralizado de Chimborazo/EcoCiencia/CONDESAN/Programa BioAndes/Proyecto Páramo Andino. Quito.

Para citas de capítulos específicos siga este ejemplo:

Beltrán, K., M. Bustamante, F. Cuesta, B. de Bièvre, M. Albán y M. Castro. 2011. Áreas priorizadas para la conservación y el manejo de los páramos en la provincia de Chimborazo. En: M. Bustamante M., M. Albán y M. Argüello (Eds.). Los páramos de Chimborazo. Un estudio socioambiental para la toma de decisiones. Gobierno autónomo descentralizado de Chimborazo / EcoCiencia / CONDESAN / Programa BioAndes / Proyecto Páramo Andino. Quito.

Edición y revisión de textos:

Karina Ron V. / EcoCiencia

Patricio Mena Vásconez (EcoCiencia)

Saskia Flores (EcoCiencia)

Carlos Bonilla (Gobierno Autónomo de la provincia de Chimborazo)

Diseño de portada y diagramación:

Augusto Basante - ARISTOS Arte Gráfico

Fotografías:

Silvia Salgado / CONDESAN

Daisy Cárate / CONDESAN

Ursula Groten / EcoCiencia

Patricio Mena Vásconez / EcoCiencia

Kelvin Cueva / EcoCiencia

Ricardo Centeno

Luis Cumba

ISBN 9978-9940-8

Impreso en el Ecuador por ARISTOS Arte Gráfico

Ésta y otras publicaciones se pueden obtener en EcoCiencia y CONDESAN

www.ecociencia.org / www.infoandina.org

Gobierno Autónomo descentralizado de la Provincia de Chimborazo

Primera Constituyente y Carabobo, Riobamba

Teléfono: (593) 03 2969887 – 03 2963940

Correo electrónico: prefectura@chimborazo.gob.ec

Web: <http://www.chimborazo.gob.ec>;

EcoCiencia

Pasaje Estocolmo E2-166 y Av. Amazonas

Teléfono: (593-2) 2410781 / 2410791

Correo electrónico: direccion@ecociencia.org

Web: <http://www.ecociencia.org>

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina / CONDESAN

Sede Perú: Calle Mayorazgo 217, San Borja, Lima

Teléfono: (51-1) 6189400(Lima-Perú)

Sede Ecuador: Diego de Briada E17-169 y Clemente, Quito.

Teléfono: (593-2)2430148

Correo electrónico: condesan@condesan.org

Web: <http://www.condesan.org/portal/>

Instituciones Ejecutoras



Proyecto Páramo Andino
Conservación de la Diversidad en el Techo de los Andes

CONTENIDO

Presentación	5
Resumen ejecutivo	7
1. Antecedentes	11
2. Introducción	15
3. Métodos	19
3.1. Variables y métodos aplicados para la caracterización del páramo	19
3.1.1 Cobertura y uso de suelo	19
3.1.2 Estructura y composición de la vegetación	20
3.1.3 Importancia de la regulación Hídrica	20
3.1.4 Pobreza en la provincia de Chimborazo	23
3.1.5 Importancia social del agua	23
3.1.6 Accesibilidad en la provincia de Chimborazo	24
3.1.7 Análisis de la necromasa del páramo de pajonal	24
3.2 Métodos para la identificación de áreas de páramo prioritarias	24
3.2.1 Área de Estudio	26
3.2.2 Selección de la Unidad de Análisis	26
3.2.3 Objetos de priorización	26
3.2.4 Definición de Metas de Conservación	29
3.2.5 Determinación de costos	30
3.2.6 Parámetros técnicos de SPOT	32
3.2.7 Obtención de los escenarios de priorización	33
3.3 Análisis de las implicaciones del escenario integral de largo plazo	33
3.3.1 Cobertura y uso del suelo por categoría de priorización	33
3.3.2 Costeo del escenario seleccionado	34
4. Caracterización de los páramos en la provincia de Chimborazo	39
4.1 Los sistemas ecológicos en los páramos de la provincia de Chimborazo	40
4.2 Cobertura y uso del suelo en los páramos de la provincia de Chimborazo	43
4.3 Cobertura y abundancia de especies	46
4.3.1 Cobertura de especies de pajonal	46
4.3.2 Cobertura de especies de bofedal	47
4.3.3 Cobertura de especies de almohadillas	47
4.3.4 Abundancia de especies de arbustos	47
4.3.5 Riqueza de especies	48
4.3.6 Endemismo	49
4.3.7 Representatividad de especies de árboles	51
4.4 La regulación hídrica en los páramos de la provincia de Chimborazo	51
4.4.1 Precipitación anual	52
4.4.2 Estacionalidad	52
4.4.3 Índice de regulación hídrica según la presencia de vegetación natural	52
4.5 La situación social de los páramos de Chimborazo	55
4.5.1 Pobreza	55
4.5.2 Importancia Social del Agua	57
4.5.3 Accesibilidad	57
4.6 Degradación del páramo de pajonal	60

5. Áreas prioritarias para la conservación y el manejo de los páramos en la provincia de Chimborazo	65
5.1 Escenarios de priorización	65
5.1.1 Escenario 1: Mínimo y de corto plazo	66
5.1.2 Escenario 2: De mediano plazo	68
5.1.3 Escenario 3: Integral y de largo plazo	68
5.2 Representatividad de los escenarios	71
5.2.1 Por áreas protegidas en el SNAP	71
5.2.2 Por cantones de la provincia	72
5.3 Implicaciones del escenario integral de largo plazo	72
5.3.1 Cobertura y uso del suelo por nivel de prioridad	72
5.3.2 Costeo	74
5.3.3 Comunidades, cantones y microcuencas directamente involucradas	77
comunidades	77
cantones y cuencas hidrográficas	82
6. Recomendaciones para la conservación y el manejo sostenible de los páramos de Chimborazo	89
6.1 Establecimiento de zonas de conservación y protección de páramos	93
6.2 Recuperación del ecosistema de páramo	95
6.3 Conservación a través del manejo: sistemas de producción sostenible	97
6.3.1 Establecimiento de áreas para el manejo apropiado del ganado	97
6.3.2 Implementación de formas de producción agrícola sostenible en las zonas bajas	99
6.4 Implementación de sistemas de monitoreo	101
6.5 Diseño e implementación de esquemas de incentivos	102
6.6 Recomendaciones sobre una estrategia de participación social	103
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	113
ANEXO 1. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo para la caracterización de composición, estructura de la vegetación y análisis de la necromasa	113
ANEXO 2. Ubicación de los sitios donde se realizaron los inventarios del estudio para la caracterización vegetal	114
ANEXO 3. Ubicación de los sitios donde se realizaron inventarios para el estudio de degradación del páramo de pajonal	115
ANEXO 4. Registro de especies botánicas recolectadas en los sitios de inventario del estudio para la caracterización vegetal	116
ANEXO 5. Regímenes de estacionalidad de la precipitación de la provincia de Chimborazo	139
ANEXO 6. Clasificación de las coberturas vegetales según el índice de regulación	141
ANEXO 7. Biomasa fotosintética, no fotosintética, necromasa y suelo desnudo en los transectos muestreados	144
ANEXO 8. Área priorizada en los páramos de la provincia de Chimborazo	145
ANEXO 9. Área priorizada en los páramos de la provincia de Chimborazo a escala de cantón	146
HOJAS DE VIDA DE AUTORAS Y AUTORES (EN ORDEN ALFABÉTICO)	148

PRESENTACIÓN

Históricamente en las dos últimas décadas, el Estado reconoció problemas ambientales y adoptó medidas para su solución. Muestra de ello son la firma de acuerdos internacionales como la Declaración de Río o la Convención de Diversidad Biológica. “Casa adentro” en Ecuador se crearon entidades como el Ministerio de Ambiente y se impulsó legislación, como por ejemplo la Ley de Gestión Ambiental, lo que ha permitido visibilizar y ordenar la problemática ambiental.

Paralelamente a la incorporación del tema ambiental, el Estado en los años 90` entró en una reforma, que entre otras cosas, desencadenó la descentralización provocando cambios en los gobiernos seccionales. Sin embargo, antes de esta reforma el Estado promovió el desarrollo de la gestión ambiental en municipios y consejos provinciales, es así que en ésta fase los gobiernos seccionales adquirimos para sí más competencias ambientales.

En este marco para el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo, ha constituido un pilar fundamental en su gestión, el manejo y conservación de los recursos naturales, y de manera especial del ecosistema “Páramo” considerando que al representar el 36,9% de la superficie provincial, al ser el proveedor, almacenador y distribuidor del recurso vital para la vida como es el “agua”, y al considerar realidades locales: los sembríos siguen subiendo a las partes más altas, desarrollo de actividades turísticas, en muchos sitios hay sobreexplotación forestal y grandes extensiones son quemadas por accidente o para que vuelva a crecer el pasto natural para el ganado. Esta realidad, nos hace reflexionar que hablar de páramos es hablar de un sitio que cumple varias funciones como un ecosistema que genera vida y que es considerado como un territorio de altura en el que también vive gente de mi provincia.

Frente a esta realidad, en la actualidad a nivel nacional, se han promulgado leyes en materia ambiental, sobre la tierra, el agua, organización social y localmente en algunas comunidades se han elaborado reglamentos y acuerdos internos. En ocasiones la interpretación y el desconocimiento de estas normas han provocado problemas, injusticias y conflictos de toda índole.

Para lo cual conjuntamente con organizaciones aliadas como la Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos “EcoCiencia” , el Programa Regional BioAndes, el proyecto Páramo Andino y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN, hemos desarrollado insumos que permitan construir una política pública nacida desde los actores locales, marco en el cual para una toma de decisiones lo más acertadas posibles para el manejo ambiental del ecosistema más importante de mi provincia, hemos procedido a reconocer la importancia de la generación de información y se ha llevado a cabo una investigación por el lapso de casi doce meses, en donde nos ha permitido diagnosticar la situación actual de los páramos de la provincia y determinar prioridades de intervención.



Este documento apunta a generar información técnica que alimenta el proceso de desarrollo de una normativa provincial para el manejo sostenible de los páramos y que reglamente la ordenanza de Gestión Ambiental Manejo y Conservación del Ecosistema de Páramo de la Provincia de Chimborazo ya aprobada.

Hay que destacar, que esta investigación ha mantenido un enfoque multicriterio, donde las prioridades se fijan no solamente por el estado de conservación de los páramos sino también por la importancia social e hídrica de este ecosistema.

En este contexto, este documento representa un producto que es de mi aspiración contribuya a las organizaciones sociales de base, organizaciones de segundo grado, gobiernos municipales, gobiernos parroquiales, gobierno nacional y a los organismos gubernamentales y no gubernamentales vinculados al ecosistema de páramo, con lineamientos técnicos para una priorización de intervención en los páramos de la provincia de Chimborazo, así como una caracterización del estado del páramo y las acciones orientadas a su buen manejo y conservación.

Mariano Curicama G.

PREFECTO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio contribuye a la identificación y establecimiento de áreas prioritarias para el manejo y protección de los páramos en la provincia de Chimborazo. El análisis de priorización se aplica cuando existen limitadas opciones y recursos para implementar tales acciones. Con ello se busca minimizar los costos, al mismo tiempo que se procura garantizar el mantenimiento de las funciones ecológicas del páramo—en particular las hidrológicas—para la provincia de Chimborazo. La priorización como proceso sistemático que apoya la planificación y gestión del territorio a escala provincial y local, sin duda, debe ser acompañada por el establecimiento de normas, acuerdos e incentivos que promuevan la institucionalización del manejo sostenible de los ecosistemas. Este documento incluye una serie de recomendaciones para ser consideradas en las estrategias de manejo de los páramos en la provincia de Chimborazo.

Considerando la creciente demanda de acceso al agua, los alarmantes niveles de pobreza y la dinámica histórica del uso del suelo en la provincia de Chimborazo, tal priorización debe considerar, no sólo las características ecológicas, sino las dinámicas sociales, culturales y productivas del territorio. Para el caso de la provincia de Chimborazo se incorporó información ecológica, hidrológica y social, con el propósito de evidenciar los vínculos de las sociedades rurales con el ecosistema. La identificación de áreas prioritarias se desarrolló a través de un sistema de priorización espacialmente explícito que integró seis cober-

turas temáticas: (1) la distribución de los sistemas ecológicos —bosques, páramos y superpáramos, considerando su contribución a la regulación hídrica—, (2) las áreas de bosques de Polylepis y bofedales —debido a su singularidad e importancia ecológica—, (3) las áreas de importancia para la regulación hídrica en la provincia —basado en los regímenes de precipitación y las diferentes coberturas y uso del suelo—, (4) las zonas con mayor niveles de pobreza —medida a través del índice de necesidades insatisfechas—, (5) la importancia social del agua —medida en términos de la demanda actual— y (6) la accesibilidad — medida como la distancia de desplazamiento en horas a partir de la infraestructura vial.

Para la identificación de áreas prioritarias de los páramos de Chimborazo se generaron tres escenarios a partir de modificar las metas de priorización. Estos tres escenarios deben ser entendidos como complementarios entre sí, y su importancia es relativa a los esquemas de manejo del territorio en la Provincia. El primero (Escenario 1; 130 mil ha) —más conservador— busca guiar las acciones en el corto plazo (1-3 años); el segundo (Escenario 2; 230 mil ha) se constituye en el escenario de mediano plazo (3-10 años), y el tercero (3; 267 mil ha), mucho más ambicioso en las metas buscadas, como el escenario integral al cual se aspira llegar en el largo plazo (> 10 años). El tercer escenario fue el que mayor interés despertó entre los participantes de la Mesa Provincial de Ambiente de Chimborazo pues identifica áreas prioritarias en todos los

cantones de la provincia que tienen páramo, razón por la cual es el escenario sobre el cual se presenta mayor detalle de análisis y recomendaciones de manejo en el capítulo final.

Este tercer escenario prioriza un área de 267.000 hectáreas, de las cuales 114.000 se encuentran bajo categoría Alta (43%), 115 mil hectáreas en Media (43%) y 37,6 mil hectáreas en Baja (14%). El conjunto de áreas priorizadas abarca un total de 98 comunidades en su interior, las cuales se distribuyen desde los 2.643 a 4.577 metros de elevación. Las áreas priorizadas en su mayoría (66%) son páramos con usos agropecuarios típicos de los Andes, donde el pastoreo extensivo asociado a quemadas temporales es el predominante. La restante superficie está caracterizada por vegetación natural (24%) siendo los páramos de pajonal la cobertura dominante, áreas en recuperación (8%) –que incluye bosques de *Polylepis* y pajonales-, suelos degradados y arenales (1%), y áreas reforestadas con especies exóticas (0,1%).

La inversión anual promedio estimada en el Escenario 3 asciende a cerca de USD\$ 35 por hectárea, considerando actividades de manejo, protección, regeneración natural de la cobertura vegetal y recuperación de suelos. Para el total de área priorizada sin protección (es decir, fuera de áreas protegidas) esto implica una inversión anual de 6,45 millones de dólares durante 15 años, y 2,7 millones de dólares si se focalizan los esfuerzos sólo en la zona de prioridad alta. Los costos de implementación, sin duda, representan un desafío para las autoridades políticas y ciudadanos de la provincia de Chimborazo. Sin embargo, estos contribuyen a la toma de decisiones

informadas por parte de los actores políticos de la provincia. Para lograr el financiamiento que permita cumplir con las metas y acciones establecidas, se debería desarrollar una estrategia que promueva sinergias y colaboración entre el Estado Central, el Gobierno provincial y los gobiernos seccionales.

La composición del uso del suelo en estas áreas evidencia la necesidad de desarrollar acuerdos de manejo que permitan el mantenimiento de áreas claves para el sostenimiento de las sociedades rurales de Chimborazo. La distribución altitudinal de las comunidades que controlan y usan el territorio del páramo en la Provincia evidencia la importancia de trabajar en esquemas de planificación del territorio con enfoque de cuencas y el manejo integral de sus recursos naturales, donde la gente que habita en estos espacios, sea considerada como actores claves del manejo, recuperación y protección de los páramos.

La situación actual de los páramos de Chimborazo, con procesos de intervención y degradación en prácticamente todas las zonas donde este ecosistema está presente, requiere de una estrategia que incluya medidas de protección, recuperación y manejo sostenible implementadas en concertación con los actores locales. Los resultados de degradación de los páramos medidos a través de la necromasa (es decir, la biomasa muerta) evidencian un proceso sostenido de degradación del ecosistema. La necesidad de controlar y regular la carga animal y el fuego asociado es uno de los elementos más importantes para garantizar la provisión y regulación del agua en la Provincia, el

mantenimiento de las propiedades físicas y químicas propias del suelo y la biodiversidad asociada al ecosistema paramuno.

En las zonas que actualmente mantienen cobertura vegetal natural y son de prioridad alta, es importante establecer áreas de protección mediante: (1) la redefinición de los límites de las actuales áreas protegidas de la provincia, el Parque Nacional Sangay y la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo; (2) el establecimiento de áreas protegidas municipales, y (3) la inclusión de zonas de páramo bajo el Programa Socio Páramo. En las áreas intervenidas bajo pastoreo – que son alrededor del 70%—el mayor reto es consensuar las estrategias y acciones a seguir con los usuarios de estos páramos. La identificación de las comunidades relacionadas con su uso y manejo, así como su situación respecto a la tenencia de la tierra, son los primeros pasos a seguir. En medida de las posibilidades, y conscientes de las particularidades de cada caso, se recomienda reducir la carga animal bovina y ovina con un horizonte temporal de mediano plazo que implique la eliminación total de este tipo de ganado en las zonas de prioridad alta, para así permitir la regeneración natural del páramo. Para los casos en que se requiera la paulatina elimina-

ción de la ganadería bovina y ovina en páramos de alta prioridad es necesario desarrollar incentivos y compensaciones que promuevan: (1) la sustitución de este tipo de ganadería por una de menor impacto, como la de camélidos, y (2) la relocalización de la ganadería de mayor impacto en las zonas bajas del área de prioridad alta y en las zonas intervenidas de prioridad media y baja. Los incentivos deben considerar la asistencia requerida para la implementación de esquemas productivos amigables con el ambiente que incluyen una adecuada zonificación de los territorios comunales/privados, manejo de pastos con prácticas agroecológicas, apoyo al desarrollo de productos generando valor agregado y acceso a mercados. Las zonas intervenidas de prioridad media y baja que actualmente están dedicadas a agricultura, deben recibir apoyo debido a su importancia social. Para esto se recomienda promover sistemas de producción agrícola que contribuyan a la recuperación y mantenimiento de los suelos, los recursos hídricos y la biodiversidad; los sistemas agroecológicos constituyen la mejor alternativa para estas zonas de altura. Finalmente, en las zonas degradadas, que son las de menor extensión, se recomienda desarrollar procesos de regeneración, recuperación y/o restauración, según sea el caso.





1. ANTECEDENTES

Montserrat Albán y Macarena Bustamante

El Plan de Desarrollo de la Provincia de Chimborazo (GADPCH 2005) y, de modo particular el Plan de Gobierno "Minga por la Vida" (GADPCH 2009), han establecido lineamientos para el trabajo ambiental del Gobierno Autónomo descentralizado de la provincia de Chimborazo GADPCH. En este marco, esta instancia ha impulsado varias iniciativas ambientales. Entre ellas está el Proyecto de Manejo de Recursos Naturales de Chimborazo, cuyo objetivo es apoyar la conservación y el manejo sostenible de los páramos de esta provincia mediante: i) la promoción de prácticas mejoradas de manejo de recursos naturales, ii) el fortalecimiento del marco legal y de políticas relevantes, y iii) la construcción de la capacidad local en el uso sostenible de los recursos naturales.

En busca de fortalecer la temática ambiental en la provincia y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, el GADPCH trabaja activamente con diversas instituciones que aportan con recursos financieros y técnicos para la generación de información y de políticas públicas. Entre ellas se encuentra el Programa Regional BioAndes, un proyecto que trabaja en la región Andina en Ecuador, Perú y Bolivia y es ejecutado en Ecuador por EcoCiencia. En Chimborazo, este programa trabaja con las comunidades de la Federación de Organizaciones Indígenas y Campesinas de Chimborazo (FOCIFCH) y co-

munidades de la parroquia San Juan en la microcuenca del río Chimborazo en el cantón Riobamba. El Programa BioAndes pretende contribuir a la conservación de la biodiversidad mediante su revalorización ecológica, social, cultural y política. Para ello apoya el desarrollo de políticas públicas mediante procesos de construcción participativa (desde las bases hacia las autoridades). Como parte de sus resultados, en conjunto con ECOLEX, se apoyó en la construcción participativa y aprobación de una ordenanza para la gestión ambiental, conservación y manejo sustentable de los páramos de la provincia de Chimborazo.

Por otro lado, el Proyecto Conservación de la Biodiversidad de los Páramos de los Andes del Norte y Centrales o Proyecto Páramo Andino (PPA), una iniciativa regional en Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú coordinada por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), apoya la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad de los páramos. El PPA, implementado en Ecuador por EcoCiencia, ha generado, en conjunto con el BioAndes, insumos técnicos necesarios para la elaboración de una ordenanza para la conservación de los páramos y para la definición metodológica y el análisis de información de resultados del inventario de recursos hídricos provincial.

El GADPCH, EcoCiencia y CONDESAN firmaron en diciembre del 2008 un convenio de colaboración para la realización del proyecto "Indicadores ambientales: Diagnóstico de la situación actual de los páramos de la provincia y prioridades de intervención". Este proyecto apuntó a generar información técnica que alimente el proceso de desarrollo de una normativa provincial para el manejo sostenible de los páramos y que reglamente la ordenanza ambiental ya aprobada. Este proyecto ha mantenido un enfoque multicriterio donde las prioridades se fijan no solamente por el estado de conservación de los páramos, sino también por factores sociales e hídricos de este ecosistema.

La Constitución del Ecuador (2008) establece varios principios que enmarcan el manejo sostenible de los páramos. Un principio importante para el manejo de los páramos en Chimborazo es el reconocimiento del agua como un derecho humano fundamental. Todos(as) los(as) ecuatorianos(as) deben disponer de agua segura y en cantidad suficiente para cubrir sus necesidades básicas (Artículos 3, 12 y 411). La Constitución reconoce que el agua es un patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida (Artículo 12) y, como tal, no podrá ser privatizada (Artículos 313, 314 y 318). La Constitución también establece que toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, así como el equilibrio de los ecosistemas y, en especial, en las fuentes y zonas de recarga de agua será regulada. Por lo que "la sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua" (Artículo 411). Así, el Estado podrá cons-

tituir regímenes especiales de manejo de territorios por razones de conservación ambiental, étnico-culturales o de población (Artículo 242).

Esto posibilita el desarrollo de esquemas de manejo integral para los páramos prioritarios de acuerdo a las particularidades de la provincia, y de los actores sociales que manejan el ecosistema. Si adicionalmente consideramos que el Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas incluye como categorías de manejo a los subsistemas municipales o provinciales, comunitarios, y de propietarios privados, existe una oportunidad clara para establecer normas de manejo y coordinación interinstitucional en pro de garantizar la conservación, recuperación y manejo integral de ecosistemas frágiles, así como de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico (Artículos 406 y 411).

Estos preceptos constitucionales han sido trasladados al Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 (PNBV) en el cual se considera la sustentabilidad del patrimonio natural mediante el uso racional y responsable de los recursos naturales renovables y no renovables. Específicamente, el cuarto objetivo del PNBV se orienta a promover un ambiente sano y sustentable y al manejo del patrimonio hídrico, con un enfoque integral e integrado por cuenca hidrográfica. Finalmente a nivel local, en la provincia de Chimborazo existe la Ordenanza Provincial de Gestión Ambiental y Manejo de Páramos. Sus artículos 9 y 10 llaman a la necesidad de establecer áreas prioritarias para la conservación de los páramos en la provincia. La Mesa de Ambiente de Chimborazo, el Gobierno Autónomo descentralizado de la provincia de

Chimborazo y otros actores se han planteado la necesidad de continuar con la reglamentación de esta ordenanza, cuyo objetivo se centra en que el páramo se recupere y cumpla sus funciones social, ambiental, económica y cultural.

En este contexto, este documento representa un producto de colabora-

ción interinstitucional que aporta con lineamientos técnicos para una priorización de intervención en los páramos de la provincia de Chimborazo. Este se basa en una caracterización de los páramos de la provincia e identifica acciones orientadas a su buen manejo.



El Altar, Cordillera Oriental.

Daisy Cárate



2. INTRODUCCIÓN

Montserrat Albán y Macarena Bustamante

El páramo es un ecosistema neotropical ubicado en Centro y Suramérica, en la franja entre el bosque montano y el límite superior de la nieve perpetua, es decir, aproximadamente entre 3.000 y 5.000 metros sobre el nivel del mar (Sklenář et al. 2005). Se caracteriza por ser un ambiente frío y húmedo, con temperaturas diarias que fluctúan entre los -3°C y $+20^{\circ}\text{C}$ (ver por ejemplo Mena y Balslev 1986) y una precipitación anual que varía desde 500 hasta sobre 3.000 milímetros (Luteyn 1999). La variedad de características geográficas, geológicas y climáticas influye en la fisonomía de la vegetación, lo que permite el crecimiento de diferentes tipos de formas de vida y el establecimiento de diversas formaciones vegetales. El páramo se clasifica en tres amplias zonas definidas por su fisonomía y estructura de la vegetación: subpáramo, páramo y superpáramo (Cuatrecasas 1958; Acosta-Solís 1984; Ramsay 1992; Luteyn 1999). Sin embargo, en la actualidad, con frecuencia estas tres zonas son difíciles de identificar a causa de siglos de actividades antrópicas como la quema, la tala y el pastoreo (Ramsay 1992; Luteyn 1999). Estas intervenciones tienen efectos sobre la composición y estructura de la vegetación y del paisaje, como por ejemplo sobre la riqueza y diversidad de especies, la biomasa por área total, la cobertura y uso de suelo, así como sobre las funciones hidrológicas del páramo.

En el Ecuador los páramos ocupan una extensión de 1'337.119 hectáreas, que corresponden aproximadamente al 5% de la extensión territorial. Catorce de las 44 áreas protegidas del Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas contienen este ecosistema, además de una serie de áreas como bosques protectores y reservas privadas (Beltrán et al. 2009). La provincia de Chimborazo, con una extensión de 648.124 hectáreas, posee un poco más de 246.000 hectáreas de ecosistema páramo (es decir el 38% de la superficie de la provincia), y otras 49571.16 hectáreas de bosque andino y altoandinos (es decir 8%).

A nivel nacional, esto representa el 18% del total de superficie de páramo en el país (Beltrán et al. 2009; Beltrán 2010a). En la provincia de Chimborazo existen dos áreas protegidas del PANE (Patrimonio Nacional del Estado), la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y el Parque Nacional Sangay. Entre ellas protegen 91.667 hectáreas, que representa el 14% del total de la provincia y el 37% del total de los páramos de la provincia. Aunque estas áreas se encuentran bajo un régimen de protección, varias áreas dentro de ellas muestran un alto grado de intervención (Rojas 2010; Salgado y Cárate 2010b).

Los páramos de Chimborazo, al igual que la mayoría de páramos en el país, tienen una importante capa de materia orgánica. La materia orgánica es vital, no solo para la productividad

del suelo, sino para los procesos de infiltración y la regulación hídrica, ya que influyen en la estructura del suelo, la penetración de raíces y la concentración de nutrientes (Poulenard et al. 2003, Podwojewski et al. 2002). El páramo es un ecosistema frágil, y desafortunadamente, vulnerable frente a aquellas prácticas de manejo que provocan cambios en la cobertura y uso del suelo. Gran parte de los páramos de la provincia de Chimborazo han estado sometidos a presiones a través de prácticas comunes de la agricultura, ganadería y reforestación con especies introducidas. Las quemaduras en gran parte de ellos son una práctica habitual que se realiza con el objetivo de rebrotar paja tierna para alimentar el ganado, y así aumentar la productividad en la ganadería (Hofstede 1995). Cuando la vegetación es quemada y el suelo pisoteado por el ganado, se modifican la composición y estructura florística (Hofstede 1995; Suarez y Medina 2001) y los suelos pierden su estructura porosa hidrófila (Poulenard et al. 2001; Podwojewski et al. 2001). La recuperación de la vegetación tarda mucho tiempo, y las quemaduras repetidas y el pastoreo causan daños permanentes a largo plazo, tanto en la flora como en los servicios ecológicos que presta el páramo (Salgado y Cárate 2010b; Vargas et al. 2002). La eliminación de la vegetación natural en páramo, por ejemplo, incrementa la escorrentía superficial, reduce la infiltración, y expone la capa de suelo al sol, secándola y erosionándola (Buytaert et al. 2005). Una evaluación cualitativa sistemática del estado de los páramos de pajonal del Ecuador indica que cerca de las dos terceras partes de este ecosistema se encuentran transformadas, y hasta un 50% se ha convertido en pajonales homogéneos (Hofstede et al. 2002). La evidencia de diferentes estudios sugiere que los páramos del

Ecuador, particularmente los de la Región Centro Norte, se encuentran transformados profundamente por la acción humana (Coppus et al. 2001; Poulenard et al. 2001; Keating 1999; Ramsay 1992; Buytaert et al. 2006).

Las quemaduras, la ganadería extensiva y la agricultura de alta montaña han modificado el paisaje original de los Andes. Estos cambios están ligados a un proceso histórico –desde la Colonia hasta la Reforma Agraria y los modelos de desarrollo posteriores– de presencia humana que ha moldeado el paisaje altoandino y su vegetación. Inicialmente, en la provincia de Chimborazo los procesos de ocupación y uso del suelo desde la colonia han estado caracterizados por el reemplazo de áreas naturales por zonas agrícolas y ganaderas, en especial para la producción ovejera (Ramón 1993). Luego, se estableció un proceso de expansión de monocultivos, con el concomitante abandono paulatino de los sistemas tradicionales de producción y rotación de cultivos (Ramón 1993). Con el paso del tiempo, los sistemas de producción han sido empujados a las partes altas y han llegado hasta el páramo (Hess 1990), de hecho en las grandes haciendas ya se desarrollaron estrategias de integración vertical (Bebbington y Perreault 2001). La provincia de Chimborazo fue uno de los últimos lugares de la Sierra Centro-Norte del Ecuador donde se mantuvo la estructura de la hacienda tradicional (Korovkin 1997). Por ejemplo, en el Cantón Guamote, en 1954 existían nueve haciendas que poseían más del 60% de la tierra disponible. Para 1974, las propiedades menores a 20 hectáreas poseían menos del 15% de la tierra (Bebbington y Perreault 2001), siendo el hacendado el actor con más injerencia sobre los cambios de uso del suelo. Esto condujo a un uso extensivo de

la tierra, particularmente a través de la siembra de pastos para ganado y la inversión de las regalías en consumo directo en lugar de inversiones para la intensificación del uso de la tierra. A partir de los años sesenta, con la Reforma Agraria hubo un proceso de desaparición de las grandes y medianas haciendas, a favor de una multitud de propietarios minifundistas y el resurgimiento de la propiedad comunal en las partes altas (Ramón 1995). Sin embargo, el modelo de Reforma Agraria aplicada restringió a los campesinos e indígenas en la Sierra a pequeña áreas de baja productividad, con alta pendiente y carentes de infraestructura de riego (Hentschel y Waters 2002).

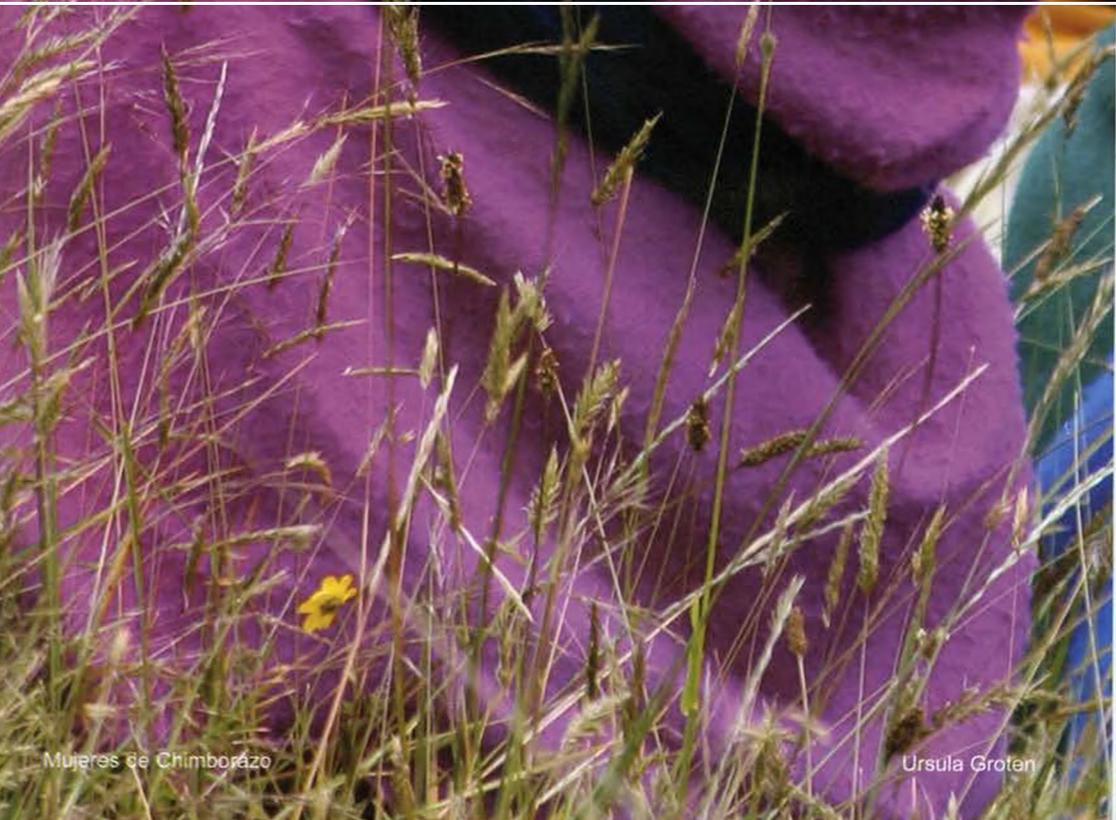
Algunos autores plantean al páramo como un paisaje humanizado desde hace milenios (Molano 2002), el cual debe ser entendido como un espacio social donde se integran la naturaleza, la sociedad, el territorio, el uso y su manejo. Tal es el caso de la provincia de Chimborazo, donde los pobladores y comunidades locales tienen fuertes lazos culturales y productivos con los páramos. Dada la estrecha relación de las comunidades locales con el páramo, la mantención de todos los bienes y servicios ecológicos que este ofrece, es vital para su bienestar. Mientras sus pobladores dependan en algún grado del páramo, cualquier afectación externa también presentará amenazas a la sustentabilidad de las comunidades. Esto se agrava al considerar que la provincia tiene los índices más altos de pobreza a nivel nacional (54,1% de pobreza en consumo frente a una media nacional del 38,3% [INEC 2008]). Por ello, partimos de la premisa que si la integridad ecosistémica de los páramos sigue deteriorándose, las comunidades locales con vínculos directos e indirectos con los páramos se verán afectados, empeorando aún más su

situación. Este vínculo entre gente y ambiente obliga a pensar en estrategias de largo plazo que traten de integrar en la planificación los objetivos de desarrollo local y de manejo sustentable de los recursos naturales en tierras frágiles (Forster 1992). Por esta razón, la priorización de los páramos en la provincia de Chimborazo no gira alrededor de conservar solamente las áreas que están en mejor estado de conservación, sino aquellas que tienen una alta relación con las comunidades a través de la provisión de agua para consumo y riego gracias al mantenimiento de una buena capacidad de regulación hídrica.

Los recursos naturales de Chimborazo, y en particular los de los páramos, se encuentran bajo grandes presiones, mientras que su población enfrenta un nivel de pobreza superior a la media nacional. Ello obliga a tomar acciones que consideren las características únicas de las dinámicas sociales, culturales y productivas de la provincia. En la provincia de Chimborazo es necesario entender las relaciones existentes entre la gente y el ecosistema para, así definir y desarrollar estrategias claras y viables. Por ello es importante conocer el estado del ecosistema y los beneficios que las personas recibimos de él, así como la intensidad de las prácticas de uso del suelo que provocan cambios irreversibles en el páramo. Con base en ese conocimiento se proponen áreas de conservación prioritarias para la provincia, y medidas de manejo que integren los valores sociales y ecológicos.

Este ejercicio de priorización se ha enfocado a los beneficios de las funciones hidrológicas que el páramo, a través de complejos procesos ecosistémicos, provee. En particular, la generación (cantidad de agua) y regulación del flujo hídrico.





3. MÉTODOS

Francisco Cuesta, Karla Beltrán, Manuel Peralvo, Montserrat Albán, Bert De Bievre, Silvia Salgado, Rolando Céleri y Macarena Bustamante

La identificación de áreas y construcción de recomendaciones para el manejo de los páramos ha requerido de dos fases recopiladas en este libro. La primera (recogida en el Capítulo 4) consiste en una caracterización ecológica, hidrológica y social de los páramos en la provincia de Chimborazo considerando la cobertura y uso del suelo, la estructura y composición de la vegetación, la degradación del páramo de pajonal, la capacidad de regulación hídrica y la situación social. El objetivo es comprender las relaciones socioecológicas que dominan el paisaje de páramo en la provincia de Chimborazo.

La segunda fase (en el Capítulo 5), desarrolla el análisis para la priorización de áreas de conservación y manejo de los páramos de la provincia de Chimborazo. Para ello se usan como insumos la presencia de diferentes sistemas ecológicos, y en particular la importancia de bofedales y bosques de *Polylepis*, la función de regulación hídrica del páramo, la pobreza medida según el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), la demanda actual de agua y la accesibilidad. En este capítulo se describen los métodos empleados para ambas fases.

3.1 Variables y métodos aplicados para la caracterización del páramo

3.1.1 Cobertura y uso del suelo¹

Se analizó la cobertura vegetal y los usos del suelo con base a un muestreo en siete áreas considerando el grado de accesibilidad, recursos hídricos, cercanía de poblados, y se realizaron visitas de campo para ajustar los resultados. Esta información se incorporó en un sistema de información geográfica que generó un mapa de cobertura vegetal y usos del suelo a escala 1:100.000 (Rojas 2010) basado en imágenes ASTER. Para la clasificación se tomaron como referencia el Mapa de Sistemas Ecológicos de Páramos del Ecuador (Beltrán et al. 2009) y el Mapa de Ecosistemas Andinos de los Andes del Norte y Centrales (Josse et al. 2009).

Para la interpretación digital se utilizó un método híbrido para la clasificación de los segmentos de páramos que se ven en las imágenes satelitales de acuerdo con el método presentado por Peralvo y Delgado (2010). El método híbrido integra: i) la clasificación automática de zonas similares según su apariencia (respuesta espectral) en la imagen satelital (clasificación

¹ Basado en Rojas (2010).



no supervisada); ii) la comparación y depuración iterativa de las respuestas o firmas espectrales para agrupar las más similares y maximizar su contraste con las demás; y iii) la clasificación supervisada de la imagen original, utilizando un algoritmo de máxima verosimilitud y las firmas obtenidas en el proceso anterior (Peralvo y Delgado 2010). Finalmente, se tomaron puntos de control estratificados para la validación del mapa.

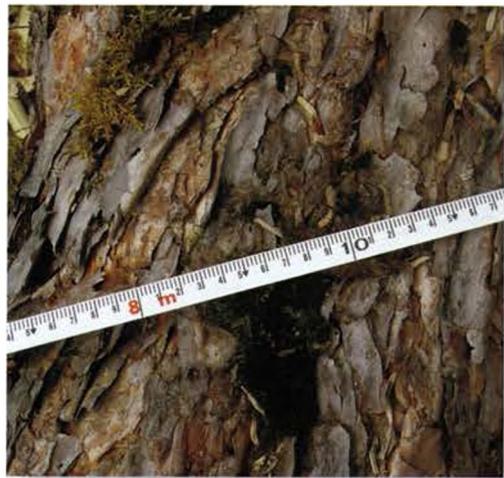
3.1.2 Estructura y composición de la vegetación

Para la caracterización de la vegetación en la provincia de Chimborazo en áreas con y sin intervención humana se analizaron la estructura de la vegetación (en términos de cobertura y abundancia de especies y formas de vida), su composición (diversidad y endemismo de especies de plantas vasculares) y el cambio en la estructura de la vegetación entre sitios o unidades de paisaje. Adicionalmente, se realizó un análisis cualitativo de los usos del suelo a través de entrevistas a representantes de las comunidades locales, lo cual permitió identificar la presencia de diferentes usos y prácticas, tales como ganadería extensiva y quemas (Salgado y Cárate 2010a).

Para este análisis se seleccionaron siete sitios en la provincia (Anexos 1 y 2) basados en un modelo de accesibilidad para la provincia, considerando el grado de dificultad para el acceso y respetando cotas similares entre las cordilleras Occidental y Oriental. A partir de allí, se procedió a afinar la delimitación de los sitios de acuerdo a mayor presencia de afluentes hídricos, cercanía a poblados, representatividad de la cobertura vegetal

e intensidad de uso del suelo. En cada sitio seleccionado se realizaron tres muestreos al azar en cada rango de altitud establecido (3.000–3.500; 3.500–4.000; 4.000–4.500 metros de altura) y para cada sistema ecológico encontrado (Salgado y Cárate 2010a; ver Anexo 1 y 2 para la ubicación geográfica de estos sitios).

Adicionalmente, la información botánica generada fue un insumo para definir la leyenda del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo.



Daisy Cárate

3.1.3 Importancia de la regulación hídrica

El análisis de la capacidad de regulación hídrica busca entender la importancia del ecosistema de páramo para regular el agua. Esta información se utilizó tanto para la priorización como para entender la situación de los páramos. Este análisis incorpora información sobre el régimen de precipitación y la estacionalidad de la misma. Dado el reducido número y la falta de homogeneidad en la distribución de estaciones hidrométricas para la medición de caudal en la provincia de Chimborazo, no es factible basarse en información

2 Basado en Salgado y Cárate (2010a).

3 Basado en Célieri (2010).

directa de caudales. El análisis hídrico se limitó a usar datos históricos sobre precipitación observada, información sobre el uso del suelo y el conocimiento disponible sobre cobertura vegetal, como variables para determinar cómo se comporta la regulación del flujo hídrico.

La estacionalidad de la precipitación busca cuantificar, mediante un índice, la variabilidad en la distribución mensual de la precipitación a lo largo de un año. Su determinación es importante porque para similares volúmenes anuales de precipitación se pueden tener diferentes regímenes de precipitación. Es decir, en un sitio toda la precipitación anual puede concentrarse en pocos meses, mientras que en otra parte toda la precipitación anual puede encontrarse distribuida más o menos uniformemente a lo largo del año. La utilización de este índice para la priorización de las áreas radica en que la capacidad de regulación hídrica del ecosistema tiene mayor importancia en las zonas de alta estacionalidad de precipitación, ya que en los meses de menor o nula precipitación es el páramo el que provee continuamente de caudal a los cursos de agua.

Los datos de pluviometría fueron analizados considerando (i) su suficiencia temporal, (ii) el porcentaje de periodos vacíos y (iii) la densidad espacial de estaciones y su cobertura (Céleri 2010). Según los anuarios del INAMHI, existen 49 estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la provincia de Chimborazo, de las cuales 35 poseen información de al menos un año completo, nueve no disponen datos ni de coordenadas para su ubicación, tres no tienen datos y dos tienen información incompleta (ni siquiera un año completo de datos).

Adicionalmente, se recogió información histórica de precipitación de 20 estaciones meteorológicas que están ubicadas alrededor de la provincia, distribuidas en las cuencas hidrográficas de los ríos Pastaza, Guayas, Santiago y Cañar. El número promedio de años de información disponible es de 19.

El mayor número de estaciones meteorológicas (16) se ubica en el rango de altura 2.501 – 3.000 m. No existen estaciones entre 500 y 1.000 m ni sobre los 4.000 m. Existe un buen número de estaciones (12) en el rango entre 3.001 a 3.500 m, pero en el rango de altura 3.501 a 4.000 m solo existen cuatro, lo que representa una fuerte limitación para el desarrollo del presente estudio que está enfocado en los páramos. En total, en este análisis se utilizó la información de 32 estaciones.

Para el análisis se consideraron tanto la estacionalidad de la precipitación como su distribución espacial. La estacionalidad de la precipitación mide su distribución mensual durante el año a través del índice de estacionalidad (SI) (Walsh y Lawler 1981):

$$SI_i = \frac{1}{R_i} \sum_{j=1}^{12} \left| M_{ij} - \frac{R_i}{12} \right|$$

Dónde: R es la precipitación anual para el año i bajo estudio M_{ij} es la precipitación mensual para el mes j del año i.

Este índice continuo es fraccionado en siete partes, una para cada rango de la clasificación (Tabla 1). Para los propósitos del presente estudio, el valor uno (1) representa una zona me-



nos prioritaria de conservación mientras que el valor siete (7) representa una zona altamente prioritaria. Se otorga una baja prioridad a sitios con menor estacionalidad debido a que en ellos habría agua de lluvia disponible durante todo el año. Por lo tanto, los efectos negativos del uso de tierra no tendrían un impacto muy alto en com-

paración a los sitios donde el agua de lluvia se recibe solamente durante pocos meses y existe una larga temporada seca. En estos últimos sitios, una alteración en las propiedades hidrológicas de retención de agua del ecosistema causará un impacto más alto en la provisión de agua (Célleri 2010).

Tabla 1. Clasificación de los regímenes estacionales según el índice SI

SI	ID	Clasificación
< 0,19	1	Precipitación repartida en todo el año
0,20 - 0,39	2	Precipitación repartida en todo el año, pero con una temporada de lluvias
0,40 - 0,59	3	Precipitación casi estacional con una corta temporada seca
0,60 - 0,79	4	Precipitación estacional
0,80 - 0,99	5	Precipitación marcadamente estacional con una larga temporada seca
1,00 - 1,19	6	La mayor parte de la precipitación cae en menos de 3 meses
> 1,20	7	Extrema estacionalidad, con casi toda la precipitación en 1 a 2 meses

Fuente: Célleri (2010).

Al tener zonas desprovistas de estaciones meteorológicas a lo largo de las cumbres de las cordilleras, se crearon cuatro estaciones virtuales con la finalidad de hacer una mejor interpolación en las zonas donde no se dispone de información: dos estaciones virtuales entre las estaciones de Atillo y Alao, y dos estaciones virtuales adicionales al noreste de la estación Alao. Para este fin se mapearon el volumen pro-

medio, tanto anual como mensual, y los regímenes de precipitación del índice de estacionalidad. Posteriormente, se empleó el método de Inverse Distance Weight a fin de interpolarlos espacialmente. Este método es particularmente útil dado que el número de estaciones pluviométricas y meteorológicas con datos de calidad es limitado en el área de estudio (Célleri 2010).





Mujeres de varias comunidades de Chimborazo.

Ursula Groten

3.1.4 Pobreza en la provincia de Chimborazo⁴

Como indicador de pobreza se utilizó el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) a nivel parroquial. En el Ecuador este indicador es generado por el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE 2010). En la espacialización del NBI, se definieron tres categorías (alta, media, baja), que fue incorporada como uno de las variables sociales para la priorización.

3.1.5 Importancia social del agua⁵

La importancia social del agua representa las áreas que satisfacen la demanda actual de agua de los pobladores y comunidades en la provincia. Para ello se utilizó el número de beneficiarios totales—considerado un indicador más confiable dadas las limi-

taciones de información existentes—tomando en cuenta la información de beneficiarios detallada en el inventario hidrológico de la provincia (2009) y analizando la conectividad hídrica de las microcuencas. Así se asigna un número de beneficiarios a las microcuencas que cumplen como fuentes de agua, para reflejar los beneficios acumulados desde aguas arriba hasta aguas abajo en toda la provincia.

Si bien el análisis de este criterio se realizó a nivel de microcuencas, los resultados fueron posteriormente expresados como número de beneficiarios promedio por unidad de análisis obteniendo cuatro rangos e índice de ponderación: de 0 a 30 beneficiarios, 0,2; de 30 a 140, 0,15; de 140 a 300, 0,1; y de 300 a 21672, 0,05). Los índices de ponderación fueron posteriormente utilizados en la función de costo de la priorización bajo la lógica de otorgar mayores pesos a las zonas que presentan menor número de beneficiarios y menores pesos a aquellas zonas que representan mayores beneficios sociales.

4 Basado en los aportes técnicos de Montserrat Albán y Karla Beltrán.

5 Basado en los aportes técnicos de Montserrat Albán, Bert de Bièvre y Karla Beltrán.

3.1.6 Accesibilidad en la provincia de Chimborazo⁶

La accesibilidad representa las zonas de mayor o menor facilidad de acceso en la provincia. Este se basa en un modelo de accesibilidad el cual determina rangos de acceso en número de horas (Sáenz 2005). Los valores de accesibilidad en mención fueron clasificados en tres rangos basados en el valor promedio de horas por unidad de análisis (de 0-2,5 horas; de 2,5 a 5 horas; más de 5 horas).

3.1.7 Análisis de la necromasa del páramo de pajonal⁷

A través del análisis de la necromasa en los páramos de la provincia de Chimborazo se trata de inferir el estado de intervención o degradación del ecosistema en la provincia como análisis complementario a la identificación de zonas prioritarias de conservación. Para ello, se seleccionaron nueve sitios en la Cordillera Occidental y catorce sitios en la Cordillera Oriental considerando un modelo de cobertura y accesibilidad (para lo cual se establecieron recorridos por los extremos más lejanos de acuerdo al tiempo de acceso y las vías disponibles). Con el fin de abarcar un mayor número de sitios de muestreo a lo largo de la provincia, se escogieron sitios complementarios a los elegidos previamente para los muestreos botánicos para la caracterización de la vegetación (Anexo 1 y Anexo 3; Salgado y Cárate 2010b).

En cada sitio se realizaron tres transectos lineales de 20 metros cuadrados, donde se ubicaron cinco subcua-

drantes de un metro cuadrado cada cinco metros de distancia. En cada cuadrante se estimó el porcentaje de cobertura de biomasa fotosintética (es decir, vegetación capaz de realizar fotosíntesis), la biomasa no fotosintética (es decir, vegetación que no es capaz de realizar fotosíntesis), la necromasa (es decir, material orgánico acumulado bajo los penachos de pajonal u hojarasca que se encuentra en descomposición a nivel del suelo), el suelo desnudo (es decir, suelo descubierto donde no crece ningún tipo de vegetación) y la diversidad funcional, la cual incluye las distintas formas de vida de las herbáceas que ocurren en el pajonal.

Con base en la información recopilada se estimaron la biomasa aérea (calculada como la relación entre las biomásas fotosintéticas y no fotosintéticas) y la biomasa total (obtenida a partir de la relación de la biomasa aérea y la necromasa). Adicionalmente, se realizó un Análisis de Componentes Principales para ordenar la distribución de los transectos y observar si existe correlación entre las variables biomasa total, biomasa fotosintética, biomasa no fotosintética, necromasa y suelo desnudo (Salgado y Cárate 2010b).

3.2 Métodos para la identificación de áreas de páramo prioritarias⁸

Para la identificación de áreas de páramo prioritarias se utilizó un proceso iterativo que utiliza algoritmos heurísticos para generar escenarios alternativos de priorización (Cuesta-Camacho et al. 2006). Los algoritmos heurísticos generan soluciones buenas, casi óptimas, que dan a los to-

6 Basado en Beltrán (2010).

7 Basado en Salgado y Carate (2010b).

8 Esta sección se basó en Beltrán (2010a).

madores de decisión una gama de opciones para decidir (Game y Grantham 2008). La identificación óptima de áreas prioritarias se basa en la menor cantidad de área que pueda garantizar la representatividad de los grupos objetivo bajo criterios ecológicos y sociales claves (Pressey 1995). Este proceso se aplica cuando existen limitadas opciones y pocos recursos para la conservación constituyéndose de esta manera en una herramienta de apoyo a la planificación provincial y local, orientada a minimizar los "costos" sociales de la conservación, mientras se asegura que un ecosistema y sus funciones ecológicas más importantes continúen reproduciéndose en el tiempo.

El análisis de sitios prioritarios se realiza mediante el uso de la herramienta denominada SPOT (que funciona bajo la plataforma ArcView 3.x.) y la aplicación del algoritmo heurístico de optimización denominado "Simulated annealing". Este algoritmo es una técnica general para encontrar el valor más bajo de una función a través de varias corridas de evaluación y repetido ajuste de valores de entrada (Shoutis 2003). Este proceso de priorización de áreas se basa en una serie de criterios que permiten la selección ideal de áreas:

Complementariedad: Para establecer áreas prioritarias se requiere seleccionar zonas que mejor complementen las características (variables) previamente identificadas. Esto se ejecuta a través de procesos iterativos que enfatizan en la complementariedad (Pressey et al. 1996). Así se trata de garantizar que un área adicional seleccionada maximice la representación de las variables identificadas que si no se incluyera dicha área (Cuesta-Camacho et al. 2006).



Orthrosanthus chimboracensis Daisy Cárate

Eficiencia: La complementariedad está estrechamente relacionada con el concepto de eficiencia, que se entiende como la menor área posible que alcanza los mayores objetivos de priorización. La eficiencia también es considerada como el menor costo de las áreas seleccionadas para conservación y manejo (Cuesta-Camacho et al. 2006).

Flexibilidad: Este criterio permite desarrollar escenarios alternativos que se ajusten a las condiciones y metas particulares de la provincia de Chimborazo (Cuesta-Camacho et al. 2006). Así, existe la posibilidad de priorizar áreas considerando diferentes metas seleccionadas.

Singularidad: El criterio de singularidad identifica especies, formaciones vegetales u otra característica única en las áreas seleccionadas. Pueden aplicarse criterios de riqueza, endemismo, rareza o irremplazabilidad.

Fragmentación: Este criterio busca generar áreas que permitan el desarrollo de procesos y funciones ecológicas, además de posibilitar la conec-



Ambrosio Lasso, Cantón Guamote

Daisy Cárate

tividad entre las áreas disminuyendo la fragmentación (y, por lo tanto, los costos de conservación y manejo de un área determinada).

3.2.1 Área de Estudio

El análisis se restringió a las áreas que presentan remanentes de páramo dentro de la provincia de Chimborazo con el fin de identificar aquellas de mayor importancia en términos socioeconómicos y ambientales. Para ello se utilizó como fuente el mapa de "Uso y Cobertura Vegetal de la Provincia de Chimborazo" elaborado a escala 1:100.000 como parte de la presente investigación. Además de los páramos al interior de la provincia, se incluyeron los páramos circundantes fuera de los límites políticos de Chimborazo.

3.2.2 Selección de la Unidad de Análisis

Las unidades de análisis son pequeñas celdas en forma de hexágonos

que son incluidas o excluidas del proceso de priorización. Tomando en cuenta los criterios técnicos de planificadores, se determinó la pertinencia de utilizar hexágonos de 50 hectáreas como unidad de análisis como representativo para la implementación de futuras medidas de gestión (por ejemplo, conservación, recuperación, etc.). Se obtuvo un total de 7.546 hexágonos que cubren la totalidad del área de estudio. Sin embargo, la información que se reporta en el capítulo 4 se presenta en función de las microcuencas que existen en cada cantón de la provincia.

3.2.3 Objetos de priorización

Las unidades de análisis son incluidas en los denominados portafolios de priorización (es decir, la agrupación de celdas que cumplieron con las metas u objetos de conservación en la cantidad mínima continua de área). Los objetos de priorización representan las áreas que resultan importantes

para la provincia en términos de sistemas ecológicos, factores socioeconómicos (en términos de pobreza) y de capacidad de regulación hídrica. Se identificaron cuatro objetos de priorización para este ejercicio (Beltrán 2010b):

1. Zonas de importancia ecológica: incluye todas las zonas de bosques de Polylepis y bofedales encontradas en la provincia. Estas áreas son consideradas áreas altamente amenazadas de refugio de biodiversidad y fuentes de almacenamiento de carbono y agua. Considerando su singularidad, se decidió que estas áreas sean siempre incluidas en el resultado final (es decir, en el portafolio de priorización) a través de la función lock-in del Programa SPOT.

2. Sistemas ecológicos de páramo: representan los patrones de distribución de la biodiversidad paramuna existentes en la provincia. A partir del mapa de cobertura y uso del páramo se reclasificó los sistemas ecológicos

a nivel macro en tres categorías: Pajonal-arbustal, Bosque siempreverde, y Superpáramo. Este objeto se priorizará por la extensión de cada sistema ecológico: a mayor área, más puntos.

3. Zonas de pobreza: representan las zonas de pobreza alta, media o baja utilizando para ello el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) a escala parroquial (SIISE 2010). A mayor valor, mayor prioridad.

4. Zonas de importancia hídrica: representan zonas que, por la estacionalidad y regulación hídrica del suelo de páramo, son consideradas de importancia alta, media o baja. El mapa de priorización de áreas fue calculado sobre la base de ocho categorías del mapa de estacionalidad y cuatro categorías del mapa de regulación. Para la zona de estudio sobre los 3.000 msnm, no existen áreas con categoría 8, por lo que el mapa de priorización presenta un rango de valores entre 1 y 28 (a mayor valor, mayor prioridad).



Gualiñag, Cantón Alausí

Daisy Cárate

En la Tabla 2 se presenta una descripción de cada variable utilizada para el proceso de priorización.

Tabla 2. Variables para la priorización					
Objeto de priorización	Descripción	Representación dentro del Análisis	Información base	Categoría	Importancia/ Puntaje
Sistemas ecológicos	Representa los diferentes sistemas ecológicos de páramo	Superficie de sistemas ecológicos por hexágono	Mapa de sistemas ecológicos de páramo y uso del suelo de Chimborazo a escala 1:100.000 (Rojas 2010)	Pajonal-Arbustal	Alta
				Bosques Siempreverdes	Alta
				Superpáramo (vegetación geliturbada)	Alta
Áreas de bofedales y bosques de Polylepis	Representan aquellos sistemas ecológicos de alta importancia en términos de biodiversidad, agua y carbono	Superficie de bosques de Polylepis y bofedales (polígonos)	Mapa de sistemas ecológicos de páramo y uso del suelo de Chimborazo a escala 1:100.000 (Rojas 2010)	Bosques de Polylepis y bofedales	Alta
Zonas de pobreza	Representa las zonas más pobres de acuerdo a los valores de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) a escala parroquial	Áreas de pobreza por parroquia	NBI a escala parroquial (SIISE 2010)	59,97-69,34	Alta
				53,02-59,97	Media
				39,33-53,02	Baja
Zonas de priorización hídrica	Representa las zonas de prioridad hídrica según el análisis de estacionalidad y regulación hídrica	Áreas de prioridad hídrica por pixel	Índice de regulación hídrica (Célleri 2010)	1-9	Alta
				10-18	Media
				19-28	Baja



3.2.4 Definición de Metas de Conservación

A través de las metas de conservación se establece el área o cantidad del “objeto de priorización” necesaria para asegurar la funcionalidad y/o permanencia. Para la presente inves-

tigación se definieron tres escenarios con metas de conservación diferentes, las mismas que van desde lo más conservador (Escenario 1) hasta lo más optimista (Escenario 3) (Tabla 3):

Tabla 3. Metas y escenarios de priorización				
N°	Detalle del Objeto de priorización	Escenario 1 Meta (% Área)	Escenario 2 Meta (% Área)	Escenario 3 Meta (% Área)
Objeto de Priorización 1	Bosque	10%	25%	50%
	Pajonal Arbustal	10%	25%	50%
	Superpáramo	10%	25%	50%
Objeto de Priorización 2	Pobreza Alta	15%	15%	50%
	Pobreza Media	5%	10%	15%
	Pobreza Baja	0%	5%	5%
Objeto de Priorización 3	Importancia Hidrica Alta	15%	15%	50%
	Importancia Hidrica Media	5%	10%	15%
	Importancia Hidrica Baja	0%	5%	5%

Nota: Para el primer objeto de priorización (Bosques de Polylepis y bofedales), se incluye toda el área en todos los escenarios.

Fuente: Beltrán (2010a).



Gualiñag, Cantón Alausí

Daisy Cárate

3.2.5 Determinación de costos

Como se explicó, la determinación de los denominados “costos” dentro del análisis incide en la inclusión o exclusión de áreas dentro del resultado final, es decir que a mayor costo menor probabilidad tiene un área de ser seleccionada como parte del portafolio de priorización. Los criterios de costo mencionados son incluidos en el análisis a través del establecimiento de la denominada “función de costo”. Para el presente análisis se decidió utilizar la función establecida por Martínez (2009) en el estudio “Portafolio de Conservación en los Andes Ecuatorianos”, adaptada a la realidad de los páramos de Chimborazo, que se detalla a continuación:

$$ci = a * f$$

Donde:

ci = costo

a = área de la unidad de análisis (hexágono)

f = factor = $1 + (I_{imp-soc} + I_{acc})$; $1 < f < 2$

$I_{imp-soc}$ = índice de ponderación de la variable

“Importancia social del agua”

I_{acc} = índice de ponderación de la variable “Accesibilidad”

Esta función define el costo (ci) de las unidades de análisis como una medida ponderada de su superficie. La ponderación considera la multiplicación por un factor (f) formado por la sumatoria de los índices de ponderación específicos (Martínez 2009). Este factor incrementa o disminuye el costo en función de los criterios que serán explicados en detalle más adelante.

El programa también permite a través de una “función de costo”⁹ modificar algunos parámetros propios como son: costo de base¹⁰, costos de borde¹¹ y costo de incumplimiento¹² los cuales permiten ajustar los resultados a la realidad del área de estudio.

9 Función de costo: calcula un valor único para un portafolio dado que representa su efectividad.

10 Costo de base: componente de la función de costo de SPOT que promueve que SPOT minimice el área del portafolio. Es la suma del costo especificado para cada unidad de análisis incluida en el portafolio.

11 Costo de borde: componente de la función de costo de SPOT que determina la continuidad o fragmentación de las unidades a conservar.

12 Costo de incumplimiento: componente de la función de costo de SPOT que penaliza portafolios que no satisfacen las metas de conservación.

El costo base se incluye a través de dos variables: la importancia social del agua y la accesibilidad. En el caso de la importancia social del agua, y con el fin de promover la selección de dichas áreas en los resultados finales, se establece menos costo a las microcuencas que abastecen a un mayor número de usuarios, como es el caso de algunas cuencas hidrográficas que llegan a tener hasta 21.000 usuarios. Si bien el análisis de este criterio se realizó a nivel de microcuencas, los resultados fueron posteriormente expresados como número de beneficiarios promedio por unidad de análisis (hexágono) obteniendo cuatro rangos que fueron posteriormente ponderados para incidir en el costo bajo la lógica de otorgar mayores pesos a las zonas que presentan menor número de beneficiarios y menores pesos a

aquellas zonas que representan mayores beneficios sociales (Tabla 4).

Para el caso de la accesibilidad, se priorizaron aquellas áreas más accesibles, bajo la lógica de evitar el avance de la frontera agrícola en esas zonas altamente presionadas, por esta razón las áreas más accesibles son las que tienen menor costo. Los valores de accesibilidad en mención fueron clasificados en tres rangos basados en el valor promedio de horas por unidad de análisis (hexágono) y ponderados bajo el criterio de otorgar el peso menor a aquellas zonas que presentaban facilidades de acceso medio por considerar que las mismas resultan zonas óptimas para la gestión y pesos mayores a las zonas restantes (Tabla 4).

Tabla 4. Variables de la función de costo de la priorización

Variables de costo	Descripción	Representación dentro del Análisis	Información base	Categoría	Peso (I)
Importancia social del agua (número de usuarios)	Representa las áreas de importancia social para la provisión de agua de acuerdo al número total de beneficiarios	Promedio a escala de microcuenca del número total de beneficiarios por hexágono	Microcuencas con conectividad hídrica. Número total de beneficiarios por microcuenca.	0-30	0,2
				30-140	0,15
				140-300	0,1
				300-21.672	0,05
Accesibilidad (horas)	Identifica las zonas con mayor o menor facilidad de acceso	Valor promedio de accesibilidad por hexágono	Mapa de accesibilidad en horas (Sáenz 2005)	0-2,5 horas	0,1
				2,5-5 horas	0,2
				> 5 horas	0,3

Fuente: Beltrán (2010a)

El proceso incluyó adicionalmente el costo de borde y el costo de incumplimiento. Al costo de borde, para el presente análisis, se le asignó un valor de 1 como ponderación para evitar la exclusión de áreas que pese a estar fragmentadas o discontinuas pueden servir para la implementación de medidas de recuperación. Por su lado, el costo de incumplimiento de alcanzar las metas se mantuvo en 1, es decir, no se le asignó ninguna ponderación al considerar que este criterio ya se incluye en las superficies definidas como metas. Asimismo, se asignó un

valor de 0 como unidad mínima de meta para que el análisis considerara todos los parches remanentes en el análisis (Martínez 2009).

3.2.6 Parámetros técnicos de SPOT

SPOT genera un cierto número de reportes que permiten analizar el cumplimiento de las metas garantizando la selección del portafolio más óptimo. Los parámetros técnicos aplicados para la obtención de los escenarios se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros técnicos SPOT	
Parámetro	Valor
Tamaño unidad de análisis (hexágono)	50 ha
Costo por incumplimiento de metas	1
Costo de borde (BLM)	1
Status	0
Lock in (aplicado para áreas de Polylepsis y bofedales)	2
Unidad mínima de meta	0
Número de iteraciones	1'000.000
Número de corridas	10
Número de hexágonos	7.546

Fuente: Beltrán (2010a).



3.2.7 Obtención de los escenarios de priorización

El portafolio que de mejor forma minimice el área, la fragmentación y al mismo tiempo cumpla con las metas establecidas es considerado el más eficiente, y por tanto, como el resultado final. Para la obtención de los resultados finales se realizó la sumatoria de los resultados individuales de cada corrida obteniendo valores continuos de 0 a 10, los cuales indican cuántas veces fueron seleccionadas

coincidentalmente las unidades de análisis (hexágonos) en el proceso. Posteriormente se clasificaron dichos valores continuos obteniendo niveles de priorización que fueron definidos de la Tabla 6. Este proceso se realizó para cada uno de los escenarios bajo los diferentes parámetros y metas antes descritos tal como se verá más adelante.

Tabla 6. Priorización de resultados	
Valor Continuo	Tabla 5. Parámetros técnicos SPOT
0	Sin Priorización
1, 2	Priorización Baja
3, 4, 5, 6	Priorización Media
7, 8, 9, 10	Priorización Alta

Fuente: Beltrán (2010a).

3.3 Análisis de las implicaciones del escenario integral de largo plazo

El análisis de las implicaciones de los escenarios, se limitó al Escenario 3 el cual tuvo mayor interés de la Mesa Ambiental en la fase de socialización de resultados del estudio.

3.3.1 Cobertura y uso del suelo por categoría de priorización¹³.

Dentro del área total priorizada en el Escenario 3 se analizó la cobertura y uso del suelo según la información generadas por Rojas (2010). La clasificación de sistemas ecológicos y estado actual fue clasificada en las categorías:

¹³ Basado en los aportes técnicos de Macarena Bustamante y Karla Beltrán.



- Natural (que incluye Bosques siempreverdes, Pajonales paramunos, Bofedales, Eriales, Glaciares y Vegetación Geliturbada),
- Intervenido (Pajonal en pastoreo vacuno/ovino, Cultivos agrícolas, Pastos, Agrícola-ganadero y Quemadas),
- En recuperación (Bosques de Polylepis, y Pajonales en recuperación),
- Reforestado con especies exóticas (Pinos, eucaliptos), y
- Suelos desnudos (Arenales).

Tomando en cuenta su nivel de prioridad (alta, media, baja) se estimaron valores porcentuales por cada categoría de uso (y subcategoría) de la superficie total priorizada (es decir, la sumatoria de todos los porcentajes es igual a 100%).

3.3.2 Costeo del escenario Seleccionado¹⁴

El costeo se realizó en función de la extensión (hectárea) y el costo refe-

rencial de diferentes acciones (protección, revegetación natural, manejo, recuperación del suelo). La superficie se limitó a hectáreas de páramo al interior de la provincia –nótese que en los escenarios se incluye también páramos circundantes a la provincia–, pero fuera de áreas de protección del PANE. Además, en función de las características de uso de suelo presentes se consideraron el tipo de acciones que deberían realizarse. Se asume que en zonas intervenidas será necesario realizar actividades de regeneración natural, protección, y manejo; en zonas en estado natural actividades de protección; en suelos desnudos y degradados actividades de recuperación de suelos, y en áreas de recuperación actividades de protección. De forma arbitraria se definió probabilidades sobre la superficie dedicada a cada tipo de actividad de manejo, protección y recuperación en las distintas zonas de prioridad (Tabla 7). Dichos porcentajes tomaron en cuenta conocimiento técnico disponible y el contexto local.



Xenophyllum humile

Daisy Cárate

¹⁴ Basado en los aportes técnicos de Macarena Bustamante y Miguel Castro. Esta sección consideró la propuesta de inversión para la gestión sustentable de los páramos de Chimborazo de Castro (2011), limitándolo solo al Escenario 3: Integral de largo plazo, y ajustando a nueva información disponible.

TABLA 7: Probabilidades de distribución de superficie bajo distintos actividades en cada nivel de prioridad

USO / ACCIÓN	ALTA	MEDIA	BAJA
SUPERFICIE CUERPOS DE AGUA	100%	100%	100%
Superficie bajo Protección	100%	100%	100%
SUPERFICIE EN RECUPERACIÓN	100%	100%	100%
Superficie bajo Protección	100%	100%	100%
SUPERFICIE INTERVENIDA	100%	100%	100%
Superficie bajo Protección	50%	30%	10%
Superficie bajo Regeneración	30%	30%	30%
Superficie bajo Manejo	20%	40%	60%
SUPERFICIE CON VEGETACIÓN NATURAL	100%	100%	100%
Superficie bajo Protección	75%	75%	75%
Superficie bajo Regeneración	25%	25%	25%
SUPERFICIE DE SUELOS DEGRADADOS	100%	100%	100%
Superficie bajo Recuperación de suelos	100%	100%	100%

Con base en la literatura y en experiencias de gestión de páramos, se definieron costos unitarios (es decir, el monto requerido de inversión en dólares por hectárea) por cada tipo de actividad. Los datos de referencia se basan en la propuesta de inversión para la gestión sustentable de los páramos de Chimborazo de Castro (2011). El costo unitario por "Manejo" proviene de la experiencia de EcoCiencia a través del Programa BioAndes-Ecuador en el proyecto de "Recuperación de Suelos y Manejo de los Recursos Hídricos en cinco Comunidades de la Zona BioCultural de la Federación de Organizaciones Indígenas de las Faldas del Chimborazo FOCIFCH y en Comunidades de la Microcuenca del Río Chimborazo" (BioAndes 2009). Para temas de protección se consideró el valor máximo por hectárea que paga actual el Programa Socio Bosque, capítulo Páramo para conservación de ecosistemas naturales (USD\$ 30; MAE 2010). Dicho valor es un costo anual por lo que es necesario multiplicarlo por el número de años del

dricos en cinco Comunidades de la Zona BioCultural de la Federación de Organizaciones Indígenas de las Faldas del Chimborazo FOCIFCH y en Comunidades de la Microcuenca del Río Chimborazo" (BioAndes 2009). Para temas de protección se consideró el valor máximo por hectárea que paga actual el Programa Socio Bosque, capítulo Páramo para conservación de ecosistemas naturales (USD\$ 30; MAE 2010). Dicho valor es un costo anual por lo que es necesario multiplicarlo por el número de años del

horizonte temporal. Las actividades contempladas bajo esta propuesta de manejo productivo incluyen prácticas conservacionistas de uso del suelo y planificación predial cuyo costo unitario asciende a USD\$ 543 por hectárea (BioAndes 2009). La referencia para los costos de revegetación natural proviene del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Mazar referente a actividades de revegetación, recuperación matorrales, agroforestería y silvopasturas y asciende a USD\$ 160,5 (ACOTECNIC 2006). Este valor incluye costos de semillas, materiales y capacitación. Sin embargo, es necesario añadir el costo de protección complementario. Así, el costo por hectárea para regeneración natural utilizado para el costeo asciende a USD\$

610,60. Finalmente, para recuperación de suelos se tomó como referencia el "Proyecto de Manejo de Suelos y Recuperación de Cangahua", cuyos costos por hectárea ascienden a USD\$ 1000.

El escenario temporal de análisis es de 15 años, por lo que el costo total será anualizado para este valor. Cabe mencionar que éste se trata de un ejercicio de costeo rápido, cuyo objetivo es cuantificar a nivel macro la cantidad de recursos financieros necesarios para la implementación del escenario 3. Dichos valores deben ser tomados como referenciales, y ser utilizados como un insumo adicional para definir las estrategias de implementación en el Escenario 3.







4. CARACTERIZACIÓN DE LOS PÁRAMOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

*Silvia Salgado, Rolando Céleri, Santiago Rojas,
Montserrat Albán, Daisy Cárate y Karla Beltrán*

La provincia de Chimborazo tiene una extensión de 648.124 hectáreas, y la transformación de áreas naturales en la provincia para agricultura, pastos, centros urbanos, infraestructura y otros usos abarca el 48% del territorio, incluyendo áreas sobre los 3.400 metros de altitud que constituyen el límite altitudinal del páramo.

En todos los páramos del mundo se ha reportado un total de 3.595 especies, de las cuales 1.524 se encuentran en el Ecuador. Este valor ubica al Ecuador como el país con la flora de páramo más diversa en relación a su tamaño (Sklenář et al. 2005). La investigación botánica realizada para este estudio registró 361 especies (Ver Anexo 4), lo que equivale a alrededor del 24% del total de la flora de páramo en el país (Salgado y Cárate 2010a). Las plantas de los páramos de Chimborazo, así como las de otros páramos en el Ecuador, se han desarrollado como adaptaciones a climas extremos, características que no se encuentran en otros ecosistemas del mundo (Hofstede 2001). Esta diversidad requiere de la generación de un mayor conocimiento sobre la flora en diferentes sitios de páramo, para

conocer, caracterizar y determinar su estado de conservación.

Los páramos de Chimborazo son fuente de agua de tres cuencas hidrográficas importantes para la generación de agua para el riego y la generación eléctrica a nivel nacional: la cuenca del Río Guayas (que ocupa el 36% de la provincia), la cuenca del Río Pastaza (con 54% de la provincia) y la cuenca del Río Santiago (en 9% de la provincia). Hay dos factores que influyen en el clima de estos páramos: la ubicación en los trópicos y la presencia de la cordillera de los Andes. En la región tropical hay una convergencia intertropical de masas de aire en la línea ecuatorial que, al chocar con la cordillera, provocan una gran cantidad de lluvias, nubes y neblina que generan un clima húmedo y frío (Luteyn 1999).

La situación de pobreza en los páramos es crítica; más de la mitad de los páramos en el país tiene una concentración de zonas de alta pobreza. El 60% de la población de la provincia de Chimborazo vive en las zonas rurales relacionadas a los páramos, cuya población indígena está entre



Comunidad Chimborazo, Junta Parroquial San Juan.

Ursula Groten

las más pobres del país (COMUNIDEC 2008). El proceso histórico de colonización, desarrollo y Reforma Agraria de la provincia, que restringió a las comunidades indígenas a zonas productivamente marginales (Hentschel y Waters 2002, Ramón 1995), es sin duda una variable importante para entender las dinámicas sociales que existen en la provincia de Chimborazo.

4.1 Los sistemas ecológicos en los páramos de la provincia de Chimborazo¹⁵

Los sistemas ecológicos son grupos de comunidades vegetales que ocurren en ambientes físicos similares y son influenciados por los mismos

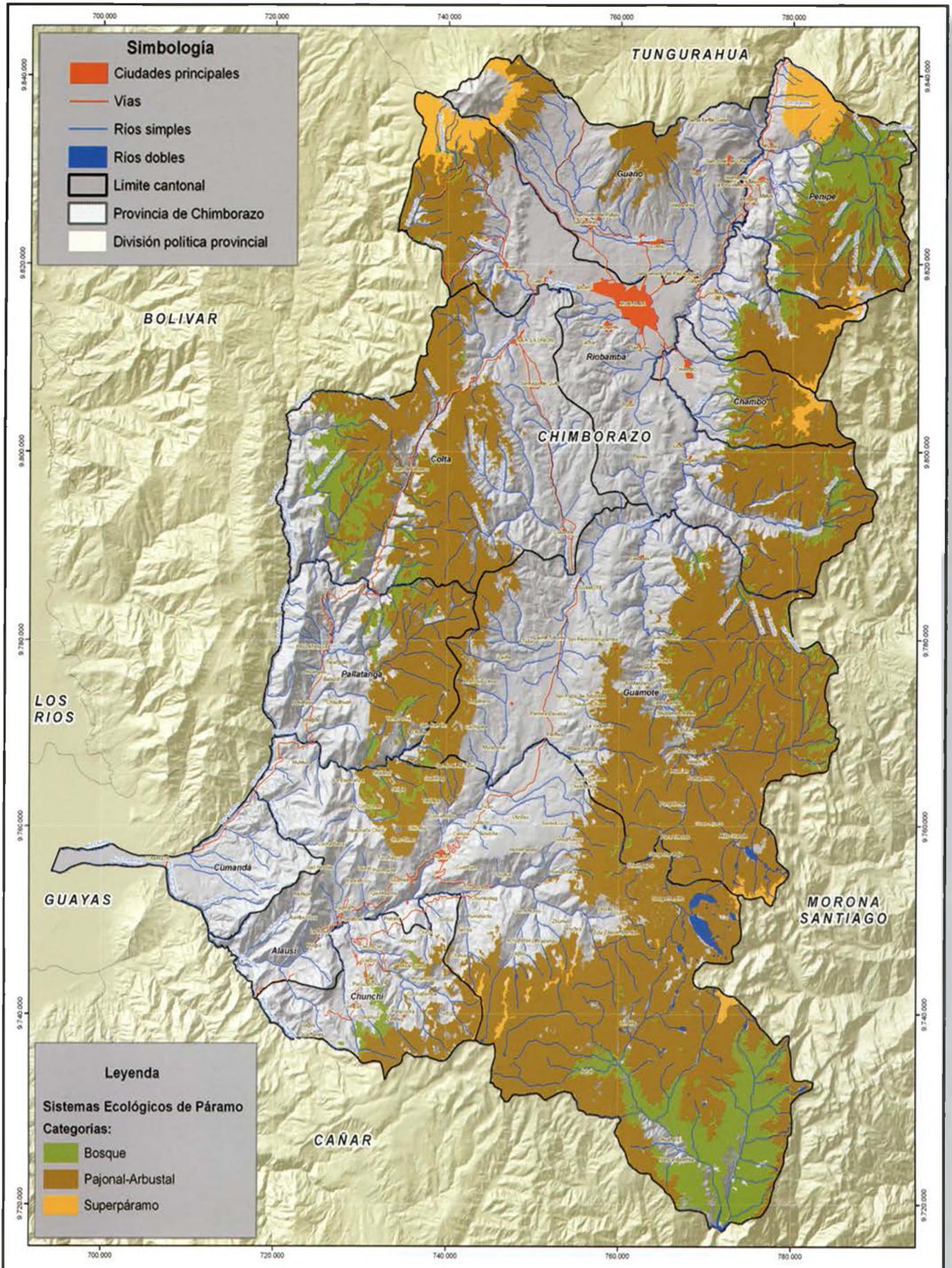
procesos ecológicos dinámicos (por ejemplo, incendios o inundaciones), sustratos (por ejemplo, superficie y composición de suelos) y gradientes ambientales (por ejemplo, climas locales) (Comer et al. 2003; NatureServe 2008). Tomando en cuenta la clasificación realizada para el "Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centrales" (Josse et al. 2009), en los páramos de la provincia de Chimborazo se han identificado cuatro macrogrupos y 11 sistemas ecológicos. En la Figura 1 se presenta el mapa de estos sistemas ecológicos. De acuerdo con la información generada en el mapa de cobertura y usos del páramo, los ecosistemas altoandinos presentes en la provincia se presentan en Tabla 8.

15 Basado en Salgado y Cárdate (2010) y Beltrán (2010).

Tabla 8. Sistemas ecológicos presentes en los páramos de la provincia de Chimborazo

Macrogrupo	Sistema Ecológico	Hectáreas (Vegetación Remanente)
Bosques Altimontanos y Altoandinos Húmedos de los Andes del Norte	Bosques Altimontanos Norte-Andinos Siempreverdes	25.260,80
	Bosques Altimontanos Norte-Andinos de Polylepis	24.310,36
Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Pajonales Altimontanos y Montanos Paramunos	230.354
	Pajonales Arbustivos Altimontanos Paramunos	
	Pajonal Edafoxerófilo Altimontano Paramuno	
	Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos	
	Matorrales Edafoxerófilos en Cojín Altoandinos Paramunos	
Humedal Altoandino y Altimontano de los Andes del Norte	Bofedales Altimontanos Paramunos	7.152,77
	Bofedales Altoandinos Paramunos	2.269,73
Vegetación Subnival de los Andes del Norte	Vegetación geliturbada	6.991
	Vegetación edafoxerófila subnival Paramuna	1.561
Total Páramos (sin bosque y vegetación subnival)		246.801

Figura 1. Mapa de sistemas ecológicos de los páramos de Chimborazo



4.2 Cobertura y uso del suelo en los páramos de la provincia de Chimborazo¹⁶

La superficie total, de vegetación remanente y zonas convertidas a usos productivos de los sistemas ecológicos ligados al páramo cubren una superficie total de 406.187 hectáreas de la provincia de Chimborazo, es decir el 62,7%. El sistema ecológico más dominante son los pajonales paramunos (más del 50%). En su mayoría estos están sujetos a uso de pastoreo extensivo, tanto de ganado vacuno como ovino (más de 200.000 hectáreas).

Las áreas intervenidas, tanto para agricultura como ganadería intensiva y extensiva, representan más del 74%, frente a apenas 18% de ecosistemas en estado natural (incluido pajonal, bosques siempreverdes, eriales, glaciares, vegetación geliturbada y bofedales). También cabe señalar la presencia de áreas naturales en recuperación (bosques de *Polylepis* y pajonales) que alcanzan las 25.000 hectáreas (6%). Finalmente, también están presentes áreas relativamente pequeñas (menos del 1%) de reforestación con especies exóticas y suelos desnudos (arenales) (Tabla 9, Figura 2).



San Juan, Cantón Riobamba

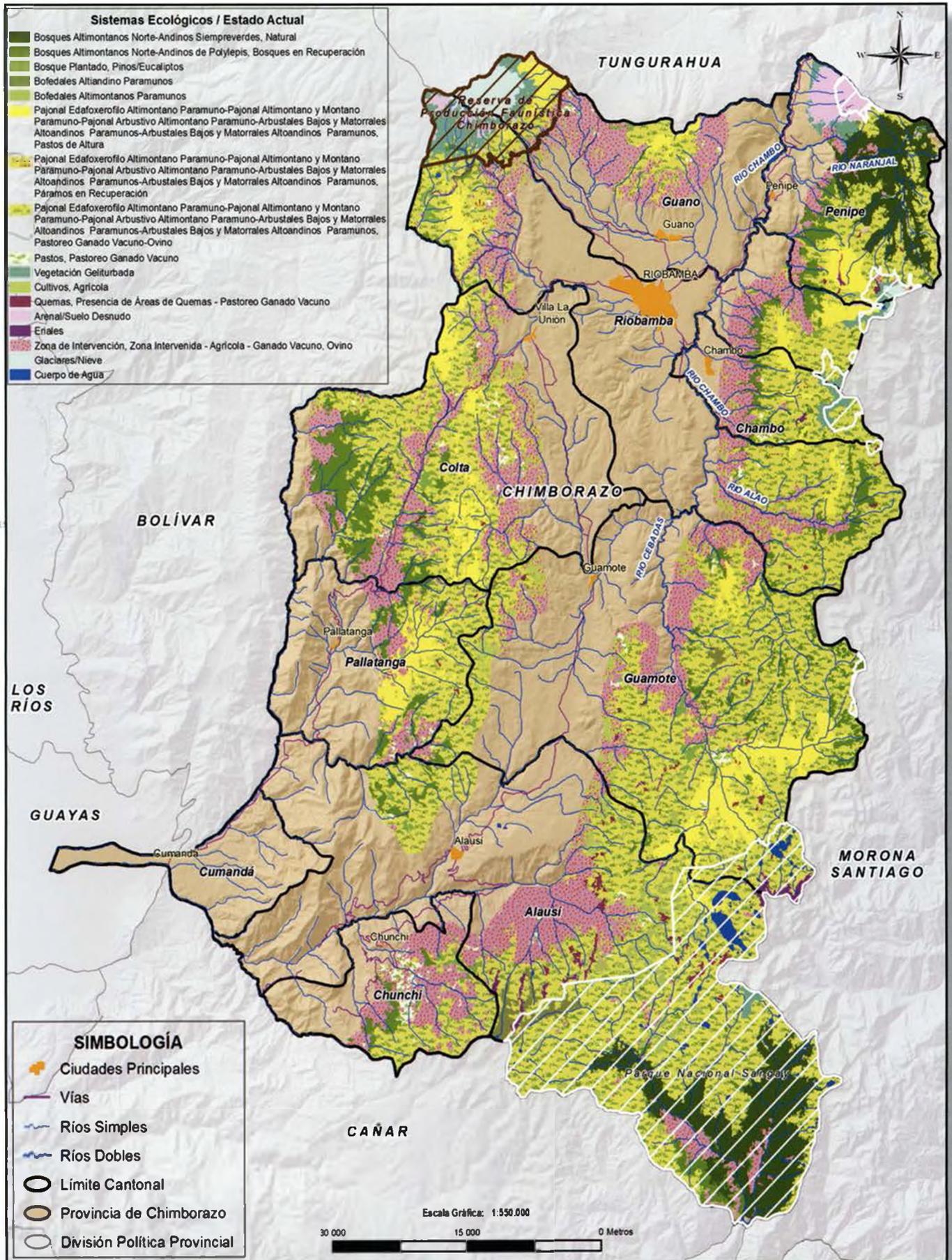
Ursula Groten

16 Basado en Rojas (2010), revisado por María Belén Rivera.

Tabla 9. Uso y Cobertura de Suelo de los Páramos de la provincia de Chimborazo

Sistemas Ecológicos y Estado Actual	Superficie (ha)	Porcentaje
Bosques Altimontanos Norte-Andinos Siempreverdes, Natural	25260,80	6,22
Bosques Altimontanos Norte-Andinos de Polylepis, Bosques en Recuperación	24310,36	5,99
Bofedales Altimontanos Paramunos	7152,77	1,76
Bofedales Altiandinos Paramunos	2269,73	0,56
Vegetación Geliturbada	6990,48	1,72
Pajonal Edafoxerófilo Altimontano Paramuno-Pajonal Altimontano y Montano Paramuno-Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno-Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos-Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos, Páramos en Recuperación	1293,92	0,32
Pajonal Edafoxerófilo Altimontano Paramuno-Pajonal Altimontano y Montano Paramuno-Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno-Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos-Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos, Pastos de Altura	26946,09	6,63
Pajonal Edafoxerófilo Altimontano Paramuno-Pajonal Altimontano y Montano Paramuno-Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno-Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos-Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos, Pastoreo Ganado Vacuno-Ovino	202147,33	49,77
Bosque Plantado, Pinos/Eucaliptos	2157,15	0,53
Pastos, Pastoreo Ganado Vacuno	3917,57	0,96
Zona de Intervención, Zona Intervenida - Agrícola - Ganado Vacuno, Ovino	82846,22	20,40
Quemas, Presencia de Áreas de Quemas - Pastoreo Ganado Vacuno	1610,20	0,40
Cultivos, Agrícola	8990,17	2,21
Eriales	1561,63	0,38
Glaciares/Nieve	3187,82	0,78
Arenal/Suelo Desnudo	4068,47	1,00
Cuerpos de Agua	1477,09	0,36
Total:	406187,79	100,00

Figura 2. Mapa de cobertura vegetal y uso del suelo de los páramos de Chimborazo



4.3 Cobertura y abundancia de especies¹⁷

El análisis de cobertura y abundancia de especies herbáceas considera la presencia/ausencia de especies en los sitios de muestro en diferentes tipos de vegetación (como pajonales, bofedales o turberas, almohadillas y arbustos), así como el número de individuos encontrados en los cuadrantes estudiados¹⁸. La presencia de ciertas plantas puede indicar la situación ambiental del páramo (por ejemplo, el grado de humedad, el grado de intervención y su rango altitudinal; Mena Vásconez 2001).

En los páramos de la provincia se observan zonas que han sido influenciadas por quemadas intensivas y pastoreo desde hace mucho tiempo. Las primeras especies en colonizar han sido las pioneras por su fácil adaptación a lugares intervenidos, es decir, son indicadoras de zonas que han sufrido disturbios. Posteriormente, aparecen las especies indicadoras de sucesión que también están presentes en estos páramos (Ramsay y Oxley 1996; Salgado y Cárate 2010a). En sus estudios, Verweij (1995) y Hofstede (2001) encontraron áreas con una leve intensidad de quemadas y ganado en las que la cantidad total de especies vegetales era igual a la de un área de páramo sin intervención. No obstante, en la identificación de las especies notaron que en el área con quema y ganadería, varias especies típicas

de páramo ya no estaban presentes sino que otras especies, exóticas u oportunistas, habían tomado su lugar. Esto podría explicar la diferencia de la riqueza de especies entre las zonas que son recientemente recuperadas y las que tienen mayor tiempo de recuperación.

4.3.1 Cobertura de especies de pajonal

El pajonal se utiliza para designar a gramíneas vivaces que se presentan en los páramos andinos. Las especies que forman el pajonal también son típicas de zonas áridas porque su fisiología (hojas largas y delgadas en forma de penachos) protege las hojas jóvenes que crecen al interior (Mena 2001). Además, su forma permite aprovechar durante varias horas al día la poca agua y suelo existente. En el páramo de Atillo, el único sitio en el que se pudo realizar el muestreo entre 3.000 y 3.500 metros de altitud, las especies como *Agrostis cf. perennans*, *Paspalum bonplandianum* y *Calamagrostis rigida* (Poaceae) tienen mayor cobertura. Sobre los 3.500 metros, igualmente especies correspondientes a las macollas pertenecientes a la familia Poaceae como *Anthoxanthum odoratum*, *Calamagrostis intermedia*, *C. rigida*, *Agrostisfoliata* y *Festuca cf. procera* dominan los pajonales de todos los sitios muestreados. Otras especies también dominan en los pajonales como *Valeriana plantaginea* (Valerianaceae), *Lachemilla orbiculata* (Rosaceae) y *Gunnera magellanica* (Haloragaceae), pertenecientes a formas de vida como roseta basal y hierbas prostradas. Finalmente, las especies dominantes en los pajonales entre los 4.000 y 4.500 metros también corresponden a la familia

17 Basado en Salgado y Cárate (2010a).

18 Para la interpretación de los resultados se debe tomar en cuenta que el valor total de la cobertura herbácea en una muestra no necesariamente equivale al 100% debido a que hay ocasiones en donde dos o más especies pueden crecer una sobre la otra, solapándose, lo que ocasiona que los cálculos puedan ser sobre o subestimados. Con el fin de evitar este problema, se aplicó la metodología de presencia/ausencia. Asimismo, fueron excluidas especies que representaban valores menores al 30%, con el fin de evitar confusión en la interpretación de los datos.

Poaceae como *Anthoxanthum odoratum*, cf. *Poa pauciflora* y *Agrostis* cf. *haenkeana*, las cuales conforman las macollas; otras especies de hierbas prostradas como *Lachemilla orbiculata*, *Gunnera magellanica*, *Geranium reptans* (Geraniaceae) y *Valeriana plantaginea* también están presentes.

4.3.2 Cobertura de especies de bofedal.

Los bofedales entre los 3.500 y 4.000 metros encontrados en el muestreo tienen alrededor del 60% de lodo/agua y las especies dominantes son cf. *Bulbostylis*, *Uncinia* sp. (Cyperaceae), *Ranunculus flagellifolius* (Ranunculaceae) y *Plantago tubulosa* (Plantaginaceae). Estas dos últimas crecen en ambientes húmedos. Igualmente sobre los 4.000 metros existen zonas con un alto porcentaje de lodo/agua (54%) y están presentes especies de la familia Asteraceae, como *Hypochaeris taraxacoides*, y de la familia Cyperaceae, como *Isolepis* sp., las cuales se adaptan bien en ambientes húmedos y secos.

4.3.3 Cobertura de especies de almohadillas.

Las almohadillas son importantes en los páramos porque generan un microclima menos frío en el interior que permite que la planta se desarrolle normalmente. Se pueden presentar en terrenos poco drenados y pueden cubrir varias hectáreas (Mena 2001). En los páramos sobre los 4.000 metros de altitud de Ambrosio Laso y Chimborazo, donde se realizó el muestreo, se encuentran dominando muchas áreas especies con formas de almohadilladas como *Azorella multifida*, *Distichia muscoides*, *Plantago rigida* y *Xenophillum humile*. Entre ellas también están presentes arbustos prostrados de *Pernettya prostrata*, hierbas erectas de *Lupinus* cf. *lezpedzoides* y arbustos erectos de *Monticalia* cf. *peruviana*.

4.3.4 Abundancia de especies de arbustos

Los arbustos en el páramo son especialistas en disminuir la pérdida de agua por transpiración y en soportar



Gentiana sedifolia

Daisy Cárate

la irradiación. Esto se da por la forma y características de las hojas: pequeñas, duras, peludas y brillante. Estas especies se encuentran en los lugares menos perturbados por la acción del ser humano (Mena 2001). Las especies más abundantes de arbustos entre los 3.000 y 3.500 metros corresponden a pequeños bosquecillos de *Diplostephium ericoides* y *Monticalia arbutifolia* (Asteraceae) en Atillo, y a especies típicas en zonas de páramo bajo, como *Baccharis latifolia* y *Gynoxys buxifolia* (Asteraceae) en el Altar, Ambrosio Laso y Llinllín, entre otras. El único sitio muestreado sobre los 4.000 metros de altitud fue Ambrosio Laso donde también domina una especie de *Diplostephium*, *D. rupestre*.

4.3.5 Riqueza de especies

La riqueza de especies vegetales es el número total de especies de plantas encontrado en un sitio. Está influenciada por una serie de factores que producen diferencias en la composición de la flora, como por ejemplo los factores climáticos (es decir temperatura, humedad), los ramales

de la Cordillera de los Andes (es decir norte-sur y este-oeste), la altitud y el volcanismo (Luteyn 1999; Smith 1975; van der Hammen y Cleef 1986; Wood 1971). A estos factores se suma el aspecto antrópico, el cual en la provincia de Chimborazo ha tenido un papel muy importante en los cambios y transformaciones sobre la estructura y composición de este ecosistema andino.

La provincia de Chimborazo es una de las regiones donde mayor superficie de páramos se puede encontrar en el país; en este estudio se registraron 361 especies que corresponde al 24% del total de especies que en el país se han registrado en los páramos. La provincia de Chimborazo tiene gran influencia agrícola y ganadera, lo que ha modificado la extensión y ubicación de bosques y remanentes nativos, limitándolos a zonas inaccesibles (como quebradas), especialmente dentro de áreas protegidas. Ello ha ocasionado una homogenización de la vegetación de pajonal y pantano a causa de la llegada de especies pioneras (Recuadro 1).



Hypochaeris sessiliflora

Daisy Cárate

Recuadro 1. Resultados de riqueza en las zonas muestreadas

El Altar y Guarguallá se caracterizan por ser sitios de difícil acceso y por estar más protegidos que Ambrosio Laso, donde los comuneros practican actividades relacionadas con la extracción de carbón. La accesibilidad y el nivel de protección sugieren ser determinantes en la diversidad de especies vegetales y en el estado de conservación de los páramos de Chimborazo. También se ha comprobado en los sitios muestreados que a mayor altura el número de especies encontradas disminuye, lo cual es consistente con estudios en otros páramos del Ecuador (Sklenář y Ramsay 2001, Ramsay 2001), que sugieren que dicho cambio en riqueza y diversidad se observa a partir de los 4.000 metros.

Riqueza de especies a escala de sitio.

SITIO	ÁRBOLES		ARBUSTOS		PAJONAL	BOFEDAL	ALMOHADILLAS
	Número de especies	Individuos	Número de especies	Individuos	Número de especies	Número de especies	Número de especies
Altar	16	218	35	401	108	26	-
Ambrosio Laso	10	45	23	339	70	30	28
Altillo	9	103	12	153	84	42	-
Chimborazo	-	-	-	-	68	-	38
Gualiñag	5	48	-	-	89	40	-
Guarguallá	11	235	-	-	68	63	-
LlinLlín	4	52	15	272	91	56	-

Fuente: Salgado y Cárate (2010)

4.3.6 Endemismo

Los páramos ecuatorianos cuentan con 628 especies endémicas para el país, lo cual representa el 15% de toda la flora endémica del país y 4% del total de la flora del Ecuador (León-Yáñez 2000). Sin embargo, algunas de estas especies también están presentes fuera del área de los páramos, y solo 273 tienen una distribución restringida a ellos. En la actualidad se han realizado muchos estudios sobre la flora de los páramos, pero todavía no se conoce el número total de especies presentes, que se estima cercana a los 1.500. Si se toma este número como referencia, alrededor del 18% correspondería a las endémicas de este ecosistema (León-Yáñez

2000). León-Yáñez (2000) reporta que el 75% de las especies endémicas de los páramos está amenazado y el 48%, solo la mitad, se ha registrado dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Adicionalmente, el 60% de estas especies se encuentran representadas en los herbarios del país. Del 40% restante no existe una sola colección dentro del país, y aproximadamente la mitad son especies conocidas a través de una colección única.

En la provincia de Chimborazo se han registrado 419 especies endémicas, de las cuales 49 se han encontrado dentro de la Reserva de Producción

de fauna Chimborazo (Valencia et al. 2000). En este estudio, Salgado y Cárata (2010) encontraron un total de 25 especies endémicas en los sitios muestreados. Estas especies son bá-

sicamente arbustos, hierbas y pocas especies de árboles y almohadillas. En la Tabla 10 se presenta con más detalle estas especies.

Tabla 10. Especies endémicas presentes en cada uno de los sitios estudiados con sus respectivas formas de vida

Familia	Especie	Forma de vida	Familia	Especie	Forma de vida
Asteraceae	<i>Aristeguietia glutinosa</i>	Arbusto	Asteraceae	<i>Aetheolaena involucrata</i>	Hierba trepadora
Asteraceae	<i>Diplostephium ericoides</i>	Arbusto	Asteraceae	<i>Aetheolaena lingulata</i>	Hierba trepadora
Asteraceae	<i>Gynoxys hallii</i>	Arbusto	Asteraceae	<i>Aphanactis jamesoniana</i>	Hierba erecta
Asteraceae	<i>Gynoxys miniphylla</i>	Arbusto	Gentianaceae	<i>Gentianella cernua</i>	Hierba erecta
Berberidaceae	<i>Berberis cf. pectinata</i>	Arbusto	Gentianaceae	<i>Gentianella cf. foliosa</i>	Hierba erecta
Clusiaceae	<i>Hypericum quitense</i>	Arbusto	Gentianaceae	<i>Gentianella limoselloides</i>	Hierba erecta
Ericaceae	<i>Macleania cf. mollis</i>	Arbusto	Scrophulariaceae	<i>Castilleja nubigena</i>	Hierba erecta
Melastomataceae	<i>Brachyotum alpinum</i>	Arbusto	Rosaceae	<i>Lachemilla jamesonii</i>	Hierba rastrera
Melastomataceae	<i>Brachyotum cf. gracilescens</i>	Arbusto	Asteraceae	<i>Wemeria pumila</i>	Almohadilla
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria cf. hyssopifolia</i>	Arbusto	Juncaceae	<i>Distichia acicularis</i>	Almohadilla
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria rosmarinifolia</i>	Arbusto	Valerianaceae	<i>Valeriana aretioides</i>	Almohadilla
Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Árbol	Poaceae	<i>Festuca cf. glumosa</i>	Macolla
Rosaceae	<i>Polylepis lanuginosa</i>	Árbol			

4.3.7 Representatividad de especies de árboles

Los árboles en los páramos, a pesar de no ser la vegetación dominante en el paisaje, pueden crecer a grandes alturas. Se encuentran principalmente en los remanentes aislados y están dominados de pocas especies como yaguales, *Polylepis* y queñoas (Mena 2001). En los páramos de la Cordillera Occidental, en la comunidad de Ambrosio Laso, se muestrearon los bosques ubicados entre 3.000 y 3.500 metros de altitud, donde las especies más representativas por su dominancia, frecuencia y cobertura son la "quinua roja" *Gynoxys* sp. (Asteraceae) (121%), *Polylepis lanuginosa* (Rosaceae) (36%) conocido como "pashuazo" o "quinua blanca", y el "chumbil" *Clusia* cf. *multiflora* (Clusiaceae) (33%). Siguiendo en el mismo rango de altitud, en los páramos de Llinllín se encuentran parches de bosque monoespecífico de *Polylepis incana* (198%).

En la porción de la Cordillera Oriental correspondiente a la provincia, los páramos del volcán Altar cuentan con parches de bosque mixto entre 3.000 y 3.500 metros, donde las tres especies más dominantes son el "pumamaqui" *Oreopanax ecuadorensis* (67%), el "samal" *Myrsine andina* (Myrsinaceae) (48%) y el "palo de rosa" *Escallonia* cf. *Pendula* (Escalloniaceae) (alrededor del 36%). Hacia los 4.000 metros, los bosques se vuelven más específicos con presencia de "yaguil" *Gynoxys* sp. 3 (178%), *Polylepis incana* (85%) y *Escallonia myrtilloides*

var. *myrtilloides* (36%). En los páramos de Atillo encontramos igualmente parches de bosque monoespecífico, esta vez de *Polylepis sericea* (105%), *Gynoxys sodiroi* (52 %) y *Escallonia myrtilloides* (45 %) entre 3.000 y 3.500 metros.

Los bosques en Gualiñag que contienen páramos de pajonal en las áreas muestreadas entre 3.500 y 4.000 metros, cuya especie dominante es el "quishuar" *Buddleja incana* (Loganiaceae) con alrededor del 193%. Otras especies de menor representatividad son el "yagual blanco" *Sessea crassivenosa* (Solanaceae) con 39% y con 22% especies como el "laurel de páramo" *Morella parviflora* (Myricaceae), *Berberis rigida* (Berberidaceae) y el "pudso" *Escallonia myrtilloides*.

Finalmente, la comunidad de Guaraguallá presenta parches de bosque mixto donde las especies dominantes entre 3.000 y 3.500 metros son el "pujín" *Hesperomeles ferruginea* (Rosaceae) (127%), el "samal" *Myrsine andina* (67%) y el "pudso" *Escallonia myrtilloides* (28%). Sobre los 3.500 metros los bosques mixtos están representados por el "pudso" *Escallonia myrtilloides* var. *myrtilloides* (150%), el "tsigtsig" *Buddleja* cf. *pichinchensis* (80%) y el "pical" *Gynoxys* cf. *hallii* (68%).

4.4 La regulación hídrica en los páramos de la provincia de Chimborazo

Para caracterizar las funciones hidrológicas de los páramos de Chimborazo se analizó la precipitación anual, la estacionalidad y la presencia de cobertura vegetal natural en las zonas

19 La representatividad de las especies se mide en porcentaje e iguala al 300% de acuerdo a la suma de tres parámetros: dominancia relativa (Dom R), la cual corresponde al número de individuos de una especie encontrados en los muestreos, frecuencia relativa (Frec R), que es el número de veces que se encuentra una especie en la muestra que es igual a 1, y cobertura relativa (Cob R), la cual se obtiene a partir del área basal de los individuos.

20 Basado en Céleri (2010).

de páramo de la provincia de Chimborazo (bajo la premisa de que una cobertura vegetal en mejores condiciones contribuye en mayor medida a la regulación hídrica). Según esto, se han identificado las zonas donde las funciones hidrológicas que brindan los páramos resultan de mayor importancia y, por lo tanto, de mayor prioridad de conservación en la provincia. Los resultados reflejan que las zonas de alta importancia hídrica se encuentran ubicadas principalmente en los cantones de Colta, Pallatanga, Chunchi y Alausí.

4.4.1 Precipitación anual

La mayor parte del territorio de la provincia se encuentra entre los rangos de precipitación anual entre los 378 a 721 mm y de 722 a 1064 mm de precipitación anual. Además, no presenta una gran variabilidad entre zonas. De hecho, solo algunas áreas marginales asociadas al Río Mazar-Rivera y Bucay cuentan con una precipitación más abundante.

4.4.2 Estacionalidad

En la provincia de Chimborazo existen diferentes regímenes de precipitación, es decir estacionalidad, tal como lo demuestra el análisis de variabilidad de la distribución mensual de la precipitación (es decir, índice SI). Incluso en zonas geográficas con niveles similares de precipitación media anual, existen diferentes regímenes de precipitación. Así, en la provincia se han identificado cuatro regímenes estacionales:

- Precipitación repartida todo el año pero con temporada de lluvias (donde $SI = 0,20 - 0,39$).

- Precipitación ligeramente estacional con corta temporada seca (donde $SI = 0,40 - 0,59$).
- Precipitación estacional (donde $SI = 0,60 - 0,79$).
- Precipitación marcadamente estacional con larga temporada seca (donde $SI = 0,80 - 0,99$).

De las 33 estaciones meteorológicas con información ubicadas en la provincia de Chimborazo, el índice SI^* se encuentra en su mayoría entre 0,40 y 0,59. Es decir, existe una precipitación ligeramente estacional con una corta temporada seca, seguido de un régimen estacional con valores que oscilan entre 0,60 y 0,79. Por otro lado, de las 20 estaciones meteorológicas con información ubicadas alrededor de la provincia de Chimborazo, el índice SI se encuentra en un rango comprendido entre 0,40 y 0,59. Es decir, se trata de una precipitación suficientemente estacional con una corta temporada seca, seguida por un régimen de precipitación repartida en todo el año, pero con una temporada de lluvias con valores que oscilan entre 0,20 y 0,39. En el Anexo 5 se presentan los diferentes regímenes de precipitación.

4.4.3 Índice de regulación hídrica según la presencia de vegetación natural

Los páramos tienen una alta capacidad de regulación hídrica debido a la alta capacidad de infiltración, conductividad hidráulica y almacenamiento de los suelos. La alta capacidad de infiltración se debe principalmente i) al tipo de suelo de los Andes, en su mayoría andosoles cuya estructura porosa facilita la infiltración; y ii) a la cobertura vegetal. El papel de la ve-

getación es principalmente proteger el suelo y evitar la escorrentía superficial (Célleri 2010b), por lo que un entendimiento sobre la regulación hídrica de los páramos debe incorporar los cambios en la cobertura y uso del suelo.

El mapa del Índice de Regulación Hídrica (Figura 3) toma en cuenta la cobertura vegetal y uso del suelo en la provincia, e infiere la capacidad de cada tipo de cobertura y uso para regular el ciclo hidrológico (Ver Anexo 6).

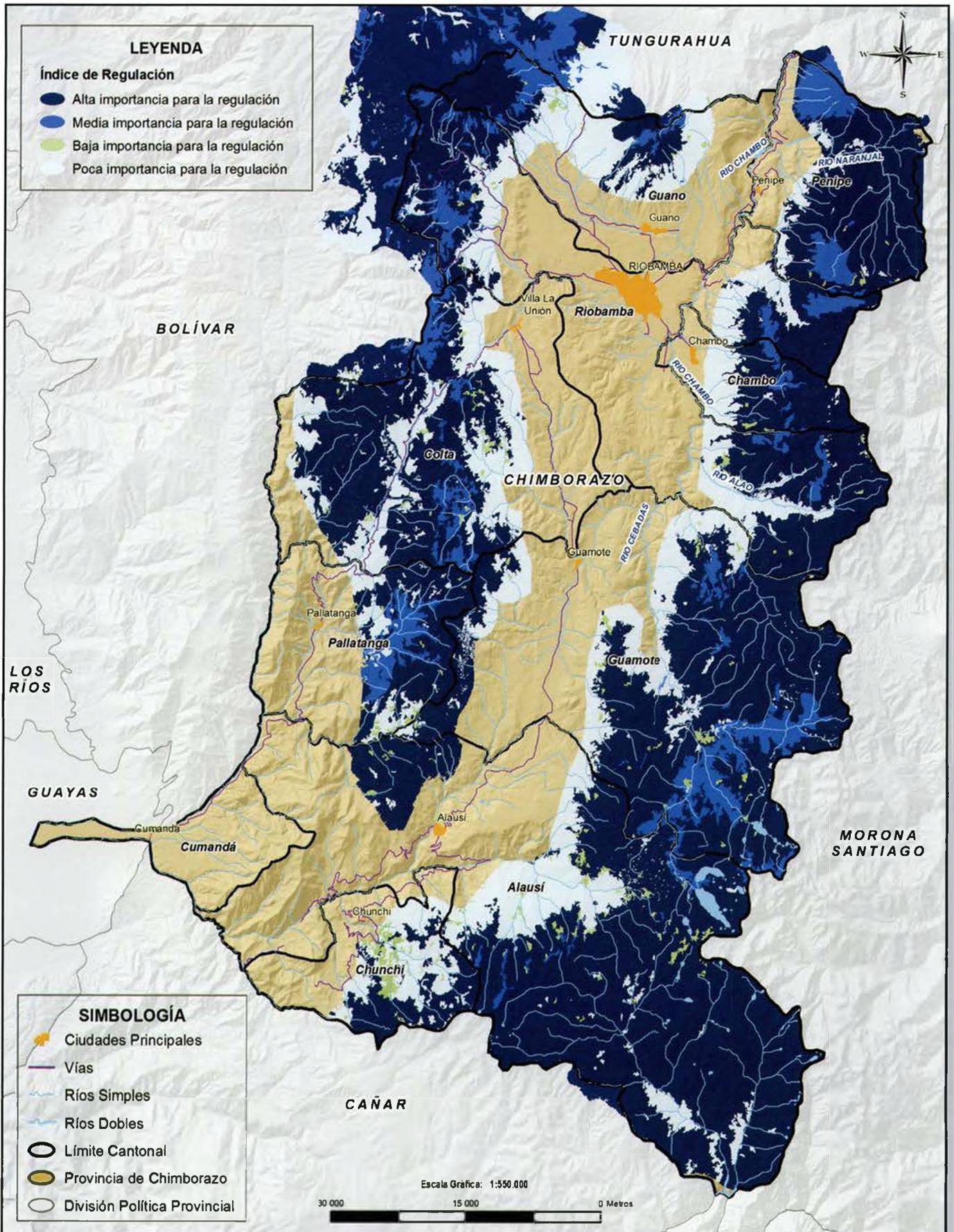
Como puede observarse en la Figura 3, gran parte de la zona de estudio corresponde a la categoría de alta importancia para la regulación. Las zonas más prioritarias se ubican en la cordillera Occidental. En esta zona la precipitación es más estacional y, por lo tanto, es de mayor importancia la conservación de la vegetación natural. Las zonas con menor importancia de regulación, en cambio, se ubican en la franja altitudinal cercana a los 3.000 metros que corresponde a las zonas intervenidas por acciones humanas cercanas al valle interandino.



Reserva de producción de fauna Chimborazo

María Argüello

Figura 3. Mapa de índice de regulación hidrológica para la zona sobre 3.000 msnm



4.5 La situación social de los páramos de chimborazo*

4.5.1 Pobreza

Los datos oficiales del Censo de Población y Vivienda (2010) estiman que la provincia de Chimborazo tiene un total de 452,352 habitantes (9,4% más que en el 2001), de los cuales aproximadamente el 60% viven en áreas rurales. El dato refleja una provincia eminentemente rural y agraria, aunque el porcentaje ha disminuido desde el censo de 1990. Los cantones más poblados son Riobamba (donde se concentra aproximadamente el 80% de la población urbana de la provincia), Colta y Alausí.

En 1995, el 37% de la población provincial era indígena y habitaba principalmente los cantones de Guamote, Colta, Riobamba y Alausí, en porcentajes que fluctuaban entre 59% y 95% (GADPCH 2005). El 60% de la población de Chimborazo es menor a 30 años, lo que implica que existe una gran fuerza laboral en la provincia y que, de no brindarse alternativas productivas sustentables, generarán presiones sobre el ecosistema páramo. El 39,54% de la población de Chimborazo está económicamente activa, y casi el 50% se dedica a la agricultura, silvicultura, caza y pesca, siendo ésta la principal actividad económica de la provincia.

Esta provincia se caracteriza por tener un alto índice de pobreza, siendo la segunda más pobre a nivel nacional solo detrás de Bolívar. En la provincia de Chimborazo, el 45% de la población vive en extrema pobreza, sin poder satisfacer sus necesidades más básicas. Considerando el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, cantones como Guamote y Colta – que incluyen importantes zonas de páramo– tienen los índices más altos de pobreza (96,1 y 93,3 respectivamente), seguidos por Alausí, Guano y Pallatanga (con 86, 83,4 y 80,6 respectivamente) (SIISE 2010; Figura 4).

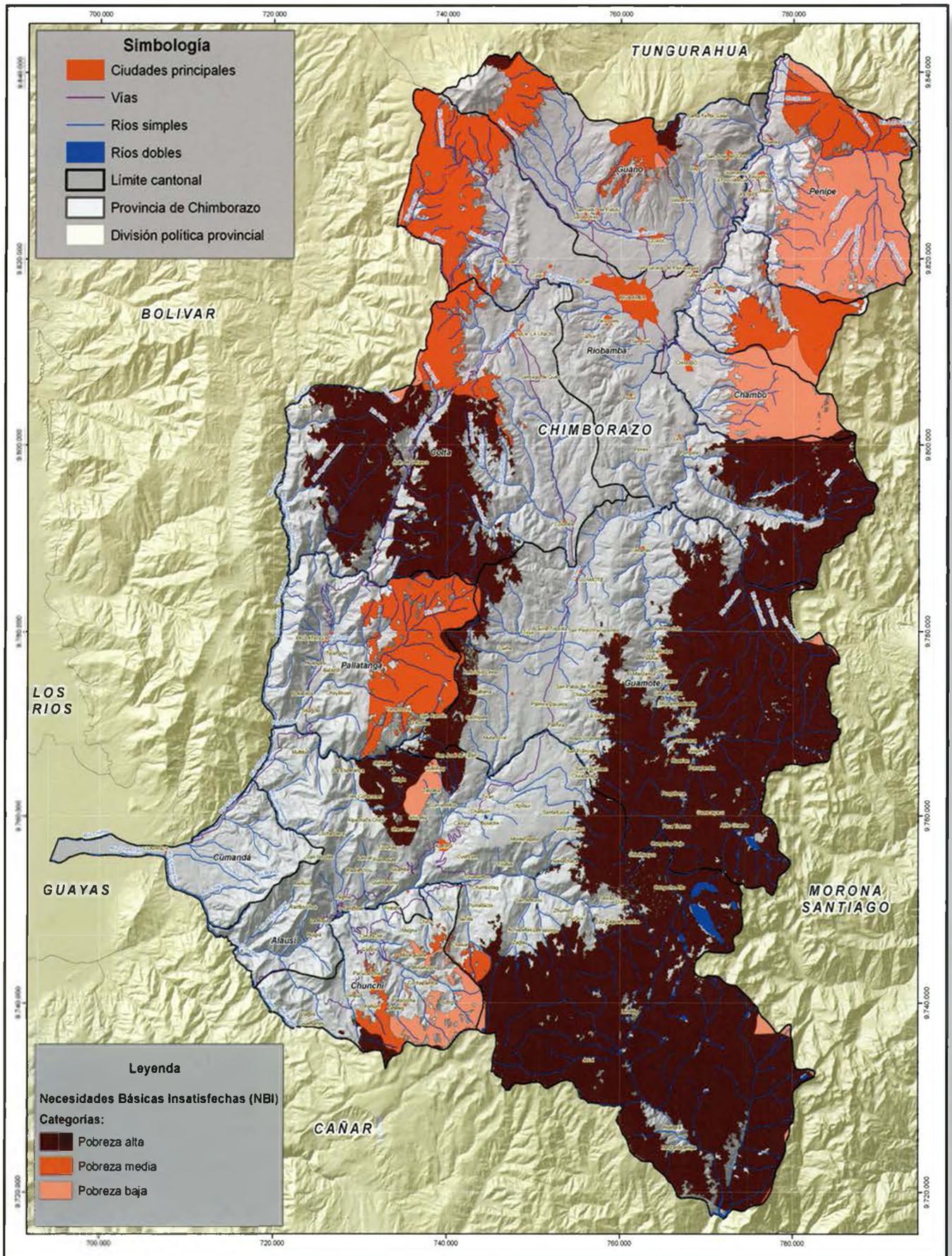
Entre los aspectos claves para analizar la situación de la pobreza en la provincia de Chimborazo se debe resaltar:

- Chimborazo tiene una incidencia de infantes con bajo peso al nacer 3,5 veces superior a Esmeraldas (28,4 y 8,3 respectivamente) (León 2002).
- Cuenta con la tasa de analfabetismo más alta del país (17,6%), de los cuales el 23,4% son mujeres.
- La inequidad campo-ciudad se refleja en que el porcentaje de personas analfabetas en el sector rural es 26% y en la ciudad es 3,5%. Así mismo, en áreas urbanas en promedio los años lectivos aprobados son 9,3 años lectivos mientras en el área rural apenas 3,3 años.

22 Aporte técnico de Albán (2010). La elaboración del mapa corresponde a Beltrán (2010).



Figura 4. Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas en la provincia de Chimborazo



En Chimborazo el Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (Figura 4) presenta una gran extensión de zonas de alta pobreza (por ende, alta prioridad). Estas se concentran particularmente en las Cordillera Oriental (zona Centro y Sur) y la Cordillera Central. En términos de cantones, nos referimos en particular a Guamote, Colta y Alausí.

4.5.2 Importancia Social del Agua²³

Tomando en cuenta el número total de beneficiarios contabilizado a nivel de microcuenca como *proxy* de la importancia social del agua, los páramos ubicados en los cantones de Colta, Guano, Penipe y Guamote representan áreas de importancia social para la provisión de agua. En cuanto a microcuencas, resultan de mayor impor-

tancia las microcuencas de los ríos Guano, Sasapud y Llinllín. La Figura 5, en color rojo y amarillo, presenta las microcuencas más importantes en términos de usuarios/as y captaciones de agua en la provincia.

4.5.3 Accesibilidad²⁴

Considerando el eje vial que cruza la provincia en sentido norte-sur, las comunidades y páramos de Chimborazo más cercanos al callejón interandino, es más accesible. Tomando en cuenta el modelo de accesibilidad de Chimborazo, las zonas más alejadas se encuentran a una distancia-tiempo superior a 5 horas. Estas se encuentran en las zonas colindantes e interior del Parque Nacional Sangay en la Cordillera Oriental (Figura 6).



Lagunas de Atillo, Parque Nacional Sangay.

Daisy Cárate

23 Aporte técnico de Albán (2010). La elaboración del mapa corresponde a Beltrán (2010).

24 Basado en el Informe Técnico de Beltrán (2010).

Figura 5. Importancia social del agua en función de las cuencas que proveen mayor agua captada para uso humano

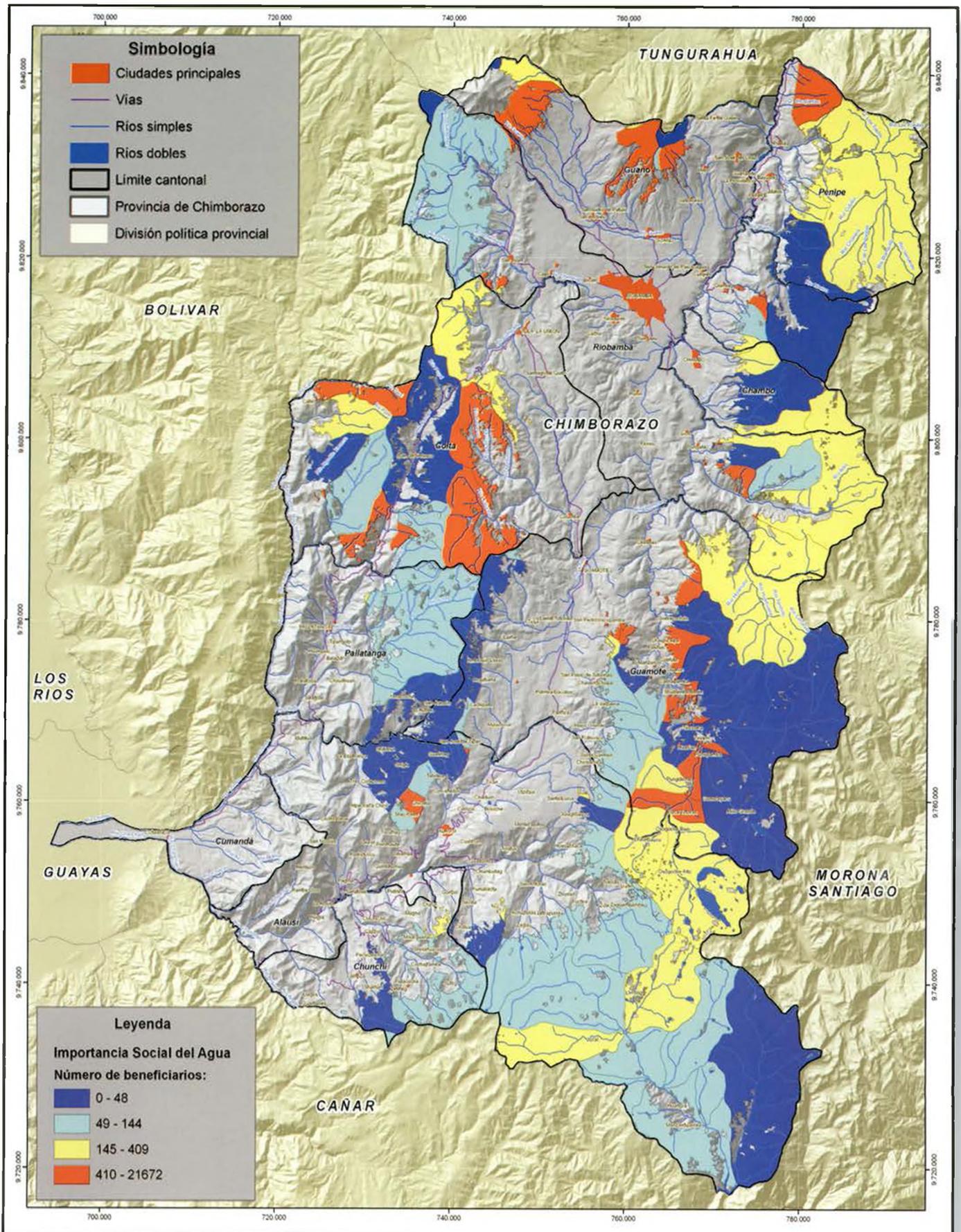
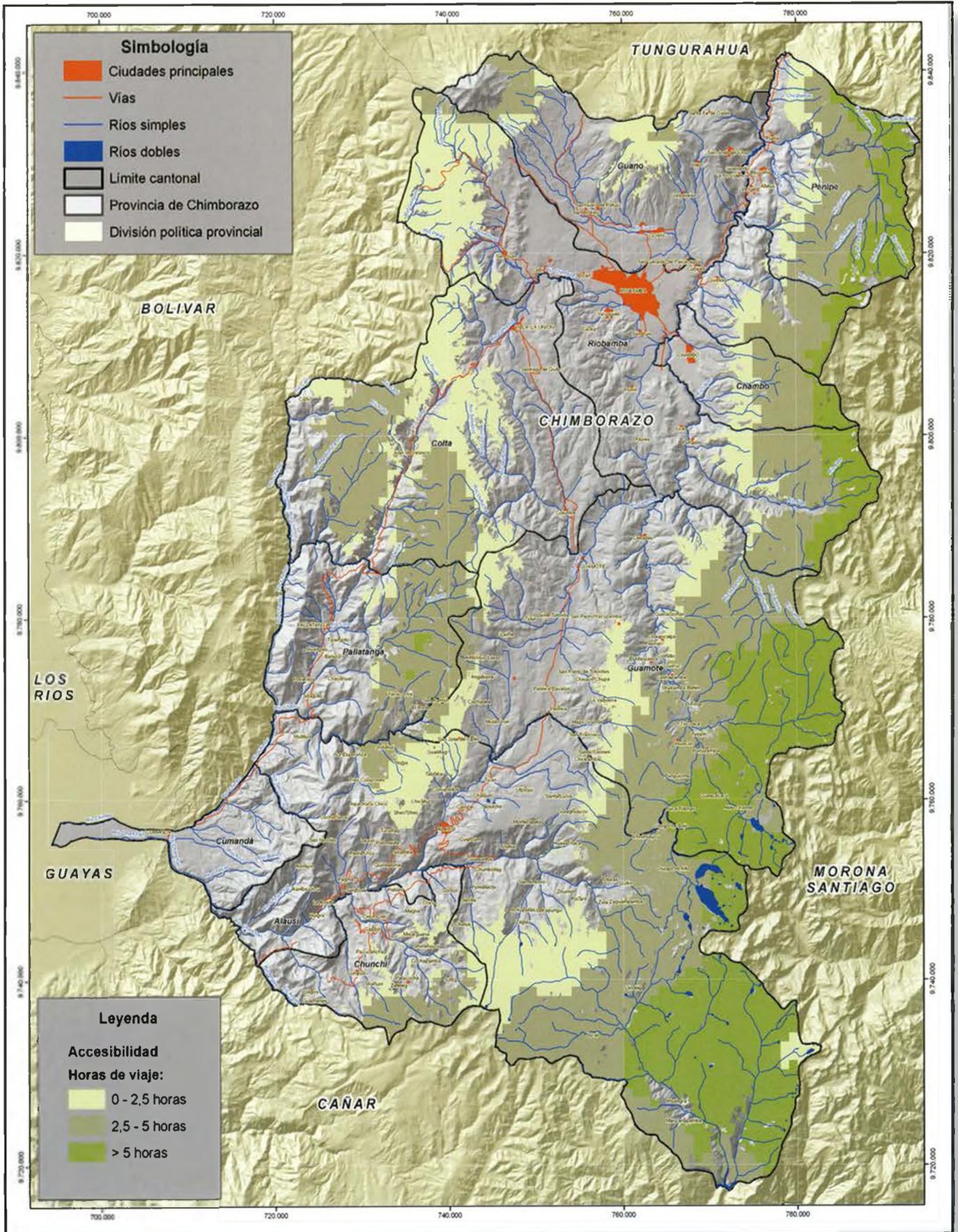


Figura 6. Accesibilidad en la provincia de Chimborazo



4.6 Degradación del páramo de pajonal*

Gran parte de los suelos de las altas montañas en el Ecuador son derivados de materiales volcánicos, los cuales tienen una alta reserva de carbono. De acuerdo con Buytaert et al. (2006), los valores típicos de carbono en suelos de páramos son de alrededor de 100 g kg^{-1} . En lugares húmedos ($>900 \text{ mm año}^{-1}$), pueden encontrarse contenidos de carbono orgánico por encima de $0,4 \text{ g g}^{-1}$ (Buytaert et al. 2006). En regiones más secas, como los páramos de la provincia de Chimborazo, la acumulación de materia orgánica es más lenta, y se encuentran contenidos de carbono de $0,07 \text{ g g}^{-1}$ ($<600 \text{ mm año}^{-1}$) (Podwojewski et al. 2002, Buytaert et al. 2006). En ella influyen varios factores, uno de ellos, la calidad y cantidad de la biomasa muerta (es decir,

de la hojarasca). Sobre esta se observa una disminución del contenido de nitrógeno y fósforo, y la descomposición realizada por animales del suelo y microorganismos (Cortés y Franzmeier 1972; Hofstede 1995).

La reserva de carbono se presenta sobretodo en la necromasa (es decir biomasa muerta), que en su mayoría se encuentra adherida a las plantas. La necromasa en los pajonales de páramo no disturbados varía entre el 70 y 80% de la biomasa total aérea (Hofstede 1995; Verweij 1995), mientras que en los pajonales disturbados por pastoreo, quemas y/o pastos introducidos, la reserva de carbono total es menor debido a una disminución de la necromasa (Verweij y Budde 1992; Hofstede 1995; Ramsay 1992). La existencia de sitios con vegetación con biomasa fotosintética y algo de necromasa no indica necesariamente



Chimborazo

Daisy Cárate

la presencia de lugares conservados. Hofstede (1995) señala que con las quemas desaparece todo el material muerto relativamente de forma rápida debido a una descomposición acelerada. Los nutrientes liberados por la quema y por la subsecuente descomposición se fijan inmediatamente en el suelo, por lo que no pueden ser aprovechados por la vegetación nueva. Sin cambios en la fertilidad del suelo y la vegetación, ésta sigue limitada por nutrientes. Así, la vegetación que rebrota no tiene un crecimiento más rápido que las plantas que crecen en el pajonal no perturbado.

El paisaje de estos sitios se caracteriza por vegetación de pajonal compuesta de rebrotes de paja tierna, donde su mayor parte es fotosintética con una baja proporción de necromasa y abundante suelo desnudo circundante (Salgado y Cárate 2010b). En el Anexo 8 se presentan los resultados de los 45 transectos realizados en los páramos de la provincia. Se evidencia una alta variabilidad en la biomasa total. Tomando en cuenta los resultados obtenidos (ver Anexo 7) se identifican cuatro grupos entre los sitios muestreados en los páramos de la provincia de Chimborazo, en función del nivel de biomasa, el régimen de uso y su grado de afectación.

El primer grupo incluye sitios que tienen mayor presencia de necromasa. La vegetación se caracteriza porque su afectación es menos reciente, se encuentra en mejor estado, posiblemente gracias a medidas de protección tomadas por las propias comunidades en el pasado (como declarar zonas sin intervención) o porque el fuego no ha sido capaz de alcanzar toda la vegetación, dejando porciones de pajonal que continúan con el

proceso de sucesión (Hofstede 1995). Este tipo de vegetación se encuentra en la comunidad de Lillie, en las laderas del Chimborazo, en la vía a Jubal y en la vía a Guaranda.

El segundo grupo se caracteriza por contener sitios con biomasa fotosintética y necromasa. La presencia de necromasa entre el pajonal indica que está ocurriendo un proceso de recuperación, aunque el estado de conservación no necesariamente sea el mejor. En este grupo, la vegetación presenta afectaciones antiguas y existe una muestra de sucesión por la presencia de biomasa fotosintética y necromasa. Sin embargo, cabe mencionar que los sitios que se encuentran dentro de este grupo (San Jorge de Segla, Chaullabamba, Tambohuasha y Santa Rosa Alto, en la vía Jubal-Pomacocha) presentan penachos cortos de pajonal y herbáceas pequeñas típicas de zonas pastoreadas. Probablemente, esto ocurre por los distintos tiempos de recuperación después de la quema y el pastoreo.

El tercer grupo contiene los sitios que presentan biomasa fotosintética, necromasa y suelo desnudo. La vegetación presente evidencia un tiempo reciente y un grado alto de afectación porque se observa la presencia de suelo desnudo a pesar de que presenta biomasa fotosintética y alta necromasa. El paisaje de estos sitios, como la vía Santa Rosa hacia Totoras, Guancapullaguchi, Caupilloaningri y Santa Rosa de Chicho, se caracteriza por presentar vegetación de pajonal compuesta de rebrotes de paja tierna, donde su mayor parte es fotosintética, baja proporción de necromasa y abundante suelo desnudo circundante.



El cuarto grupo incluye los sitios que tienen biomasa fotosintética, necromasa y suelo desnudo, pero en menor proporción que el anterior. En sitios tales como el Saguín, Tauri, Campus, Shiniguayay y la vía a Ambrosio Laso, el pajonal se ha recuperado, observándose una mayor cobertura de los penachos con material fotosintético y necromasa. El suelo desnudo, el cual aún está presente, se ha cubierto parcialmente con altos penachos del pajonal y algunas de las formas de vida de las herbáceas que forman parte del pajonal.

Con las observaciones de campo y los análisis realizados, se ha constatado que la vegetación de pajonal (en términos de biomasa fotosintética, no fotosintética y necromasa) entre los diferentes sitios es muy similar. Así mismo, la alta presencia de suelo descubierto indica un alto grado de degradación, ligado probablemente a efectos del fuego que dificultan la recuperación de la biomasa y promueven la transformación de las comunidades vegetales. La vegetación de pajonal de la provincia está altamente intervenida, lo cual se evidencia por el gran porcentaje de suelo descubierto registrado en los muestreos (de los 29 transectos, 26 tienen valor superiores a 10 para suelo desnudo). Cuando la

vegetación ha sido influenciada por la quema, ésta presenta una gran cobertura de biomasa fotosintética y suelo desnudo. Esto, sumado al efecto del fuerte verano, contribuye a la creación de un paisaje desértico. Estos cambios en la vegetación y el suelo influyen la capacidad de retención del agua, aumentando también el riesgo de erosión en épocas secas (Verweij y Budde 1992; Luteyn 1999).

En este estudio se observó que con un pastoreo relativamente alto, cuatro años después de la quema se tiene menos de la mitad de la biomasa que en un páramo no perturbado. El elemento que desapareció fue el material muerto, tan importante para la protección de meristemas y el suelo (Hofstede et al. 1998). Por la pérdida de material aéreo se pierden muchos nutrientes disponibles en este sistema, razón por la que el páramo se torna menos productivo después de las quemadas y el pastoreo. Otro efecto es el secado del suelo por la pérdida de cobertura vegetal, razón para que cambie irreversiblemente la cobertura del suelo y para que baje la capacidad de retención del agua. Esta situación se intensifica cuando hay mucho pisoteo donde se compacta más el suelo y queda menos espacio para el agua.





5. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO DE LOS PÁRAMOS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

*Karla Beltrán, Macarena Bustamante, Francisco Cuesta,
Bert de Bièvre, Montserrat Albán y Miguel Castro*

Tradicionalmente en el Ecuador, así como en otros países del mundo, se utilizaba un sistema *ad hoc* (sitio por sitio) de identificación de áreas de conservación enfocado en la oportunidad, la urgencia y la afinidad. Muchas veces las áreas protegidas no fueron seleccionadas por cumplir objetivos específicos de conservación (Ardrón et al. 2008). Esta situación se refleja en un país como el Ecuador, cuya densidad poblacional y vial es de las mayores de América Latina, lo que hace que la identificación del área mínima necesaria para conservación sea un tema clave en el diseño de las políticas públicas relacionadas con el manejo del territorio. Hoy, los sistemas de planificación de conservación se centran más en la localización, el diseño y el manejo de las áreas que representan la diversidad biológica y las funciones ecológicas de una región. Este documento representa un ejercicio innovador de priorización de áreas de conservación y manejo que cumplen objetivos tanto ecológicos (vinculada a la función de regulación hídrica) como sociales.

Este estudio contribuye a la identificación de un sistema de áreas de conservación y manejo sustentable que sea integral y eficiente, en términos de los recursos que se deben invertir para mantener la biodiversidad, la productividad y la regulación hídrica del páramo, y que dote de alternativas a las comunidades que viven y dependen económicamente de este ecosistema. Con ello se busca, por un lado, minimizar los costos que requieren las estrategias de manejo de la provincia y, por otro, maximizar la persistencia en el tiempo de la calidad de los páramos (Margules y Pressley [2000], citado por Cuesta-Camacho et al. 2006).

5.1 Escenarios de Priorización²⁶

Asociados a diferentes metas de priorización, se han identificado tres escenarios distintos, que empleando un horizonte temporal de manejo, los tres escenarios son complementarios entre sí. El primero (Escenario 1) –más conservador– se lo entiende en térmi-

26 Basado en Beltrán (2010).

nos de alcance como el escenario mínimo para la implementación de medidas en el corto plazo. El segundo (2), como un escenario de mediano plazo. El tercero (3), mucho más ambicioso en las metas establecidas, como el escenario integral, el cual se quisiera alcanzar en el largo plazo.

5.1.1 Escenario 1: Mínimo y de corto plazo

En el Escenario 1 se han identificado un total de 129.900 hectáreas, que re-

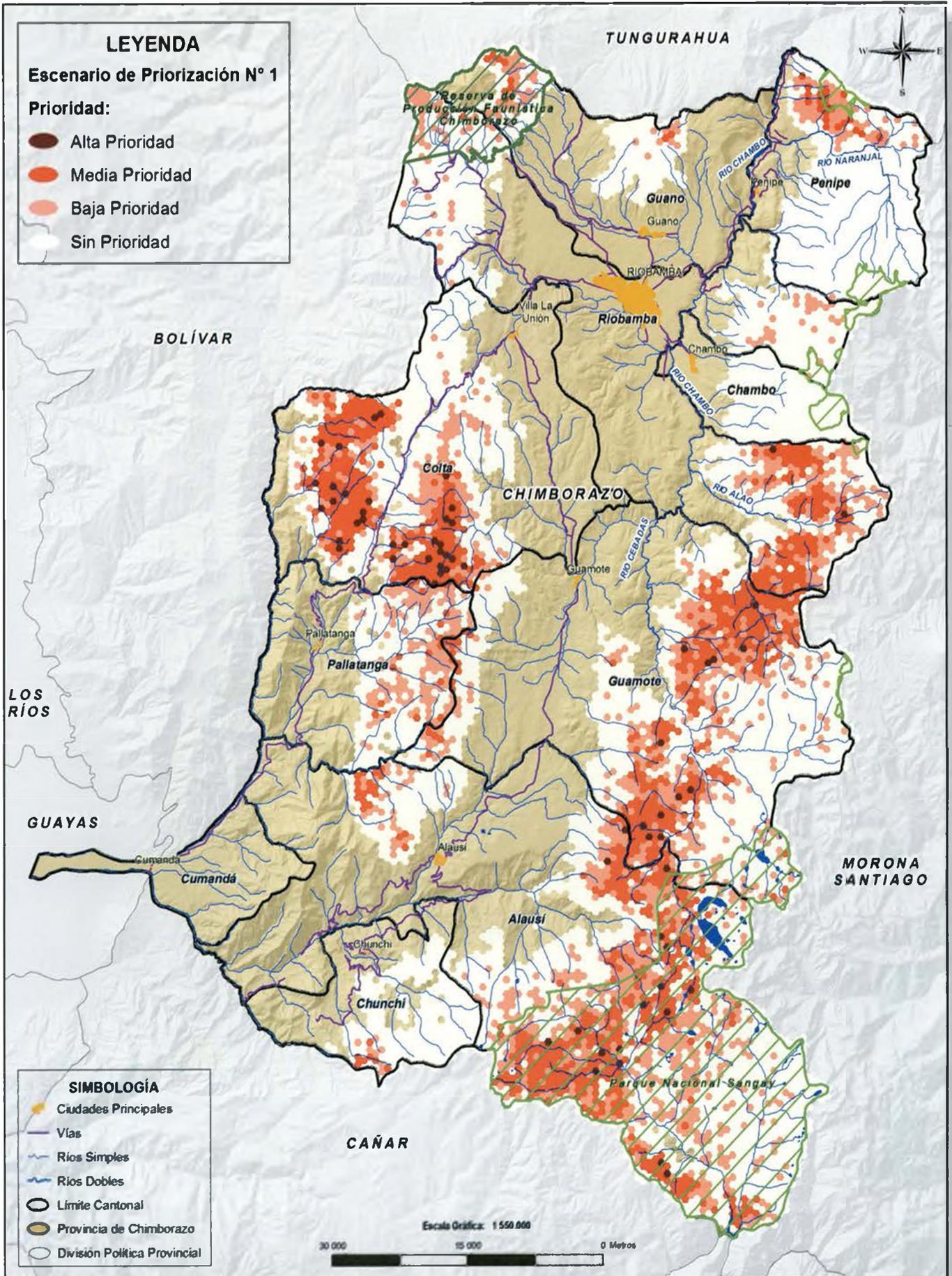
presentan el 20% de la extensión total de la provincia y 32% del total del área de estudio. Comparado con los demás escenarios, se trata del de menor superficie, de las cuales la mayoría cae en prioridad baja (73.000 hectáreas) (Tabla 11, Figura 7). En este escenario, aproximadamente 21% se encuentra bajo protección formal del Estado, al estar al interior del Parque Nacional Sangay y Reserva de Fauna Chimborazo (Tabla 12).

Tabla 11. Superficie total de los Escenarios de Priorización por categoría (ha)

Prioridad	Escenario 1: Mínimo y de corto plazo	Escenario 2: de mediano plazo	Escenario 3: Integra y de largo plazo
Alta	3.200	17.600	114.150
Media	53.650	117.250	115.550
Baja	73.100	94.600	38.000
Total	129.950	229.450	267.700

*Las áreas detalladas para cada escenario no se restringen a los límites de la provincia de Chimborazo, sino que incluyen el la totalidad del área de páramo que circunda a la misma.

Fuente: Beltrán (2010a).



5.1.2 Escenario 2: De mediano plazo

En el Escenario 2 el total de superficie priorizada es de 229.190 hectáreas, es decir 35% de la extensión total de la provincia y 57% del total del área de estudio. Esto representa un 70% más de extensión respecto al Escenario 1.

Para el caso del Escenario 2, aproximadamente el 30% se encuentra al interior del Parque Nacional Sangay y Reserva de Fauna Chimborazo (Tabla 12), y la mayoría de sus áreas están bajo la categoría de prioridad media con 117.250 hectáreas (Tabla 11, Figura 8).

5.1.3 Escenario 3: Integral y de largo plazo

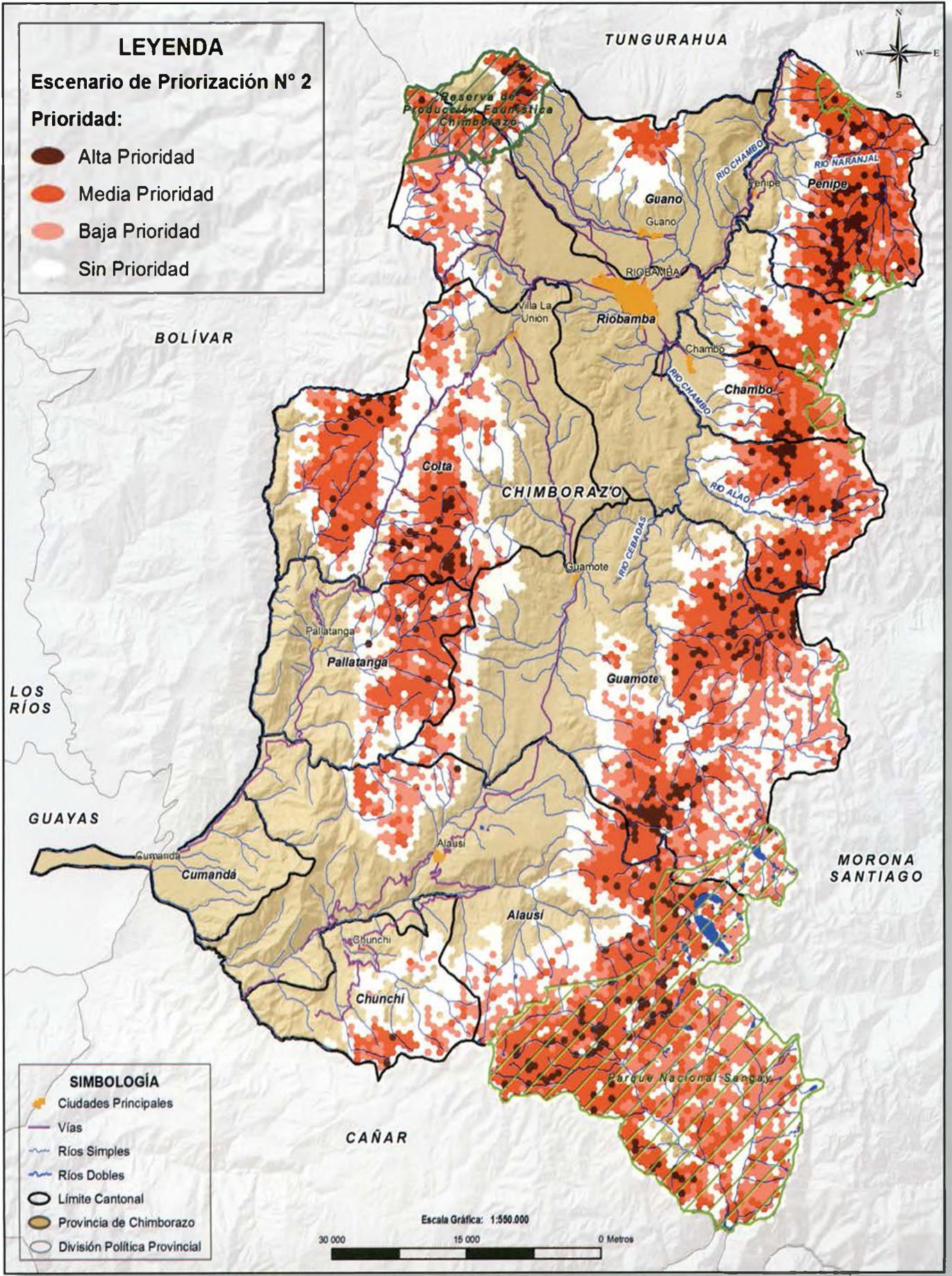
En el Escenario 3, el área alcanza el total de 267.000 hectáreas; el doble que el primero y casi 20% más que el segundo. Ello representa el 41% de la extensión total de la provincia y 66% del total del área de estudio. En este escenario, un total de 115.550 hectáreas son de prioridad Alta, 114.150 en media y 37.600 en baja (Tabla 11, Figura 9). El 14% se incluye dentro de áreas de protección (PANE; Tabla 12). Indudablemente, a mayor área priorizada mayores son los retos de manejo y sus costos asociados.

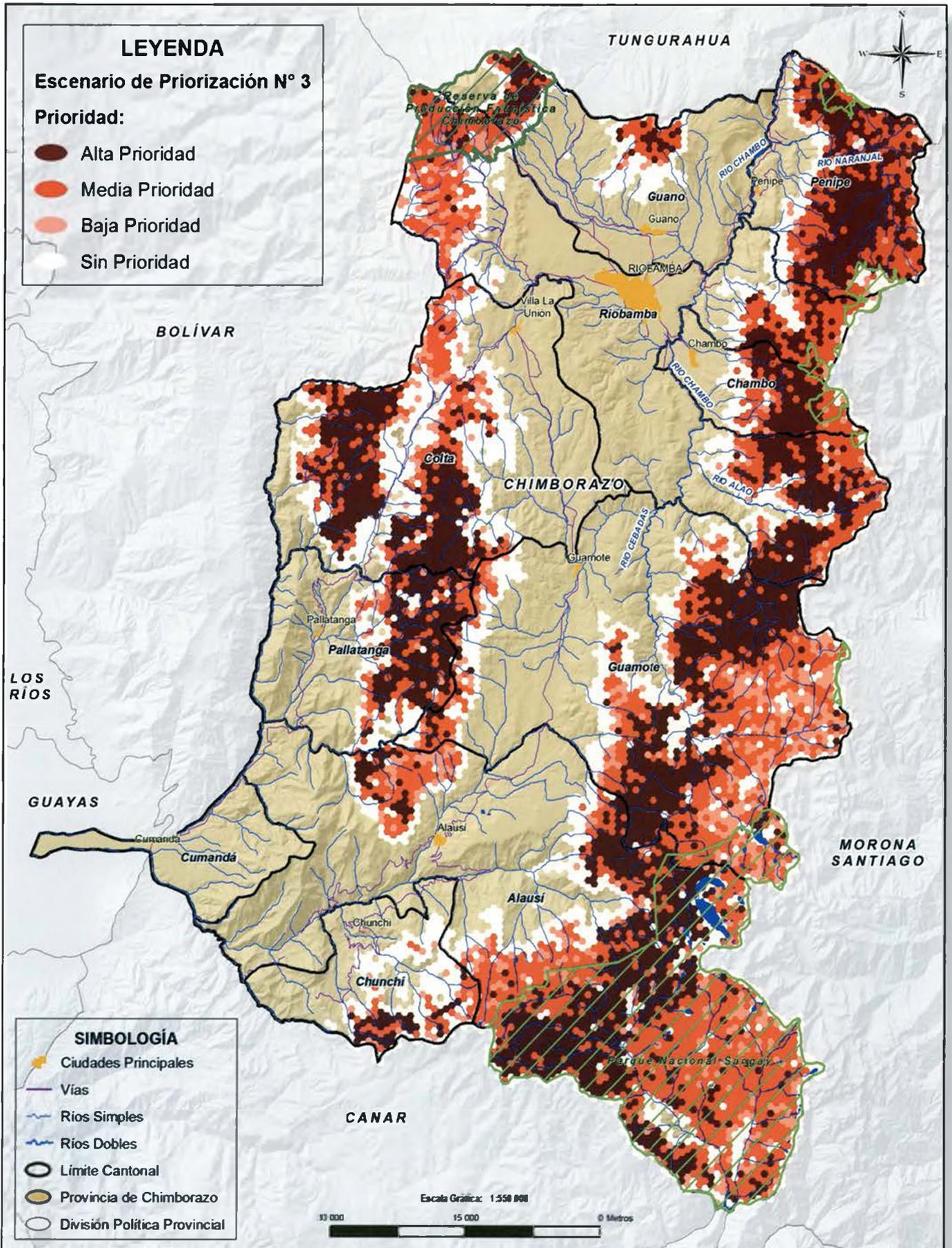


Gentianella cerastioides

Daisy Cárate

Figura 8. Resultados de Priorización Escenario 2





5.2 Representatividad de los escenarios

5.2.1 Por áreas protegidas en el SNAP

Si analizamos los resultados obtenidos para los tres escenarios y los confrontamos con las áreas protegidas presentes en la provincia²⁷ (es decir, la Reserva de Producción de fauna de Chimborazo y el Parque Nacional Sangay), notamos claramente que la mayor parte de áreas priorizadas en el Escenario 3 se encuentra bajo estas categorías de protección, con 81.350 hectáreas de las 267.700 totales, seguida por el Escenario 2 con 70.600 hectáreas y el Escenario 1 con 42.350 hectáreas.

Esto indica que para el Escenario 1, el Escenario 2 y el Escenario 3 existirían respectivamente: 87.600 hectáreas, 158.850 hectáreas y 186.350 hectáreas sin protección, y por ende, más expuestos a las presiones antrópicas (Tabla 12; Anexo 8). Adicionalmente, esto implica que a los esfuerzos de conservación que se desarrollan en la provincia con las áreas protegidas existentes, se deben desarrollar acciones para conservar y manejar sustentablemente nuevas áreas que tienen una alta importancia para la población por su biodiversidad ecosistémica, los servicios ambientales que genera y la situación de pobreza que ahí se encuentra.

Tabla 12. Áreas priorizadas dentro y fuera de áreas protegidas

Escenario	Prioridad	Áreas Priorizadas (ha)	Áreas Priorizadas bajo Protección (ha)	Áreas Priorizadas sin Protección (ha)
1 Escenario	Prioridad Alta	3.200	700	2.500
	Prioridad Media	53.650	15.800	37.850
	Prioridad Baja	73.100	25.850	47.250
	Total	129.950	42.350	87.600
2 Escenario	Prioridad Alta	17.600	4.400	13.200
	Prioridad Media	117.250	34.400	82.850
	Prioridad Baja	94.600	31.800	62.800
	Total	229.450	70.600	158.850
3 Escenario	Prioridad Alta	114.150	30.050	84.100
	Prioridad Media	115.550	40.100	75.450
	Prioridad Baja	38.000	11.200	26.800
	Total	267.700	81.350	186.350

Fuente: Beltrán (2010a).

²⁷ Los datos presentados hacen referencia únicamente a las categorías de protección legalmente reconocidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) por el Ministerio del Ambiente del Ecuador vigentes hasta la fecha de la presente publicación.

5.2.2 Por cantones de la provincia

Si analizamos los resultados a escala cantonal y comparamos los tres escenarios, notamos que para el Escenario 1 la mayor superficie de áreas priorizadas se encuentra en los cantones de Alausí, Guamote y Colta. En el Escenario 2, los cantones Alausí, Guamote y Riobamba presentan la mayor superficie de áreas priorizadas. El Escenario 3 coincide con los resultados del Escenario 2 en cuanto a los cantones que representan mayor superficie a ser priorizada: Alausí, Guamote y Riobamba con 81.722, 59.720 y 35.905 hectáreas, respectivamente (Anexo 10). Si analizamos cuáles de estas áreas no se encuentran bajo la protección del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Guamote, Colta y Riobamba poseen la mayor cantidad de hectáreas de páramo prioritarios sin protección sobre los cuales se debería tomar medidas que garanticen su permanencia y funcionalidad ecosistémica.

5.3 Implicaciones del escenario integral de largo plazo

Los resultados del estudio, incluidos los tres escenarios de priorización identificados, fueron socializados con la Mesa Ambiental de la provincia a través de varios talleres. En las discusiones (Marzo/2010) se acordó que el Escenario 3 (conceptualizado en este documento como el Escenario Integral y de largo plazo) era el de mayor interés para la Mesa Ambiental, en consideración que, en éste, todos los cantones podrían incorporar áreas de conservación y manejo. Así, el análisis de implicaciones se limita al Escenario 3, considerando la cobertura y uso del suelo en las tres categorías de priorización (alta, media y baja), los

costos estimados para su implementación y la identificación de las comunidades, cantones y microcuencas directamente involucradas.

5.3.1 Cobertura y uso del suelo por nivel de prioridad²⁸

La cobertura vegetal dominante del área priorizada en el Escenario 3 incluye los diversos tipos de pajonales paramunos, aunque la mayor parte de ellos son utilizados para pastoreo de ganado ovino y vacuno (Tabla 13). El área intervenida incluida en el escenario 3, el Integral, (considerando pastoreo, cultivos, pastos y quemados) suma el 66% del área priorizada (lo que representa aproximadamente 176.000 hectáreas). La vegetación natural se encuentra en un 24%, con otro 8% en áreas en proceso de recuperación (Bosques de *Polylepis* y Pajonales), y en mucho menor porcentaje, también se identifica áreas reforestadas con especies exóticas (0,11%) y en suelo desnudo (1,4%) en proceso continuo de erosión y degradación.

Por lo tanto, en todas las categorías de prioridad (Alta, media, baja) del escenario 3 se encuentran zonas intervenidas (que requerirían inversiones en temas de regeneración natural, protección, y manejo), zonas en estado natural (que requeriría protección), suelos desnudos y degradados (que requeriría inversión en recuperación de suelos), y áreas de recuperación (Tabla 14). Esto refleja que los criterios sociales han influenciado en la selección de manera importante, y por ende, las acciones se diferencian de esquemas tradicionales de conservación. Así, las personas son parte de la solución de manejo a implementar.

**Tabla 13. Uso y cobertura del área priorizada en el Escenario 3:
Integral de largo plazo**

CATEGORÍA DE USO	COBERTURA	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL
RECUPERACIÓN	Bosques de Polylepis en recuperación	3%	3%	1%	7,60%
	Pajonal en recuperación	0,20%	0,20%	0,00%	0,41%
INTERVENIDO	Pajonal en pastoreo	28%	27%	9%	64,24%
	Pastos	0,00%	0,10%	0,10%	0,17%
	Quemas	0,00%	0,10%	0,10%	0,18%
	Mixto (Agrícola-ganadera)	0,10%	0,40%	0,60%	1,18%
	Agricultura	0,00%	0,10%	0,10%	0,24%
NATURAL	Bofedales	2%	1,40%	0,30%	3,27%
	Bosques	3%	5%	0,60%	8,95%
	Otra vegetación (Eriales, Glaciares, Veg. Geliturbada)	0,90%	2%	0,40%	2,83%
	Pajonal	5%	4%	1,20%	9,35%
	Agua	0,01%	0,02%	0,04%	0,07%
REFORESTADO	Plantaciones exóticas	0,00%	0,10%	0,00%	0,11%
DEGRADADO	Suelo desnudo	0,70%	0,60%	0,10%	1,39%

Elaborado por M. Bustamante basada en Rojas (2010).

Tabla 14. Distribución porcentual del uso de la superficie priorizada en el Escenario 3: Integral de largo plazo

CATEGORÍA DE USO ESCENARIO 3	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL
CUERPOS DE AGUA	0,01%	0,02%	0,04%	0,07%
EN RECUPERACIÓN	3%	4%	1%	8,00%
INTERVENIDO	29%	27%	10%	66,02%
NATURAL	10%	12%	3%	24,40%
REFORESTADO	0,01%	0,05%	0,05%	0,11%
DEGRADADO	0,72%	0,60%	0,07%	1,39%

Todos los valores porcentuales suman 100%.

Elaborado por M. Bustamante basada en Rojas (2010).

5.3.2 Costeo

Para la implementación de acciones de manejo, protección y recuperación en las zonas priorizadas se requiere generar financiamiento que soporte tales acciones. Aquí se presenta un costeo referencial del escenario 3 considerando actividades de protección, regeneración natural, manejo y recuperación de suelos (es decir, restauración) que se aplicarán según las características de uso y cobertura existentes en cada zona de priorización.

Para el costeo es necesario redefinir el área de estudio, excluyendo aquellas que se encuentran actualmente bajo protección formal (es decir, áreas del PANE). De esta forma, las nuevas

inversiones se limitarían a zonas de alta, media y baja prioridad para la regulación hídrica y que actualmente se encuentran sin protección en la provincia de Chimborazo.

El costo anual estimado –con un horizonte temporal de 15 años³⁰– es de USD 6,45 millones para cubrir el escenario 3. De ellos, USD 2,7 millones deberían dedicarse para las actividades en la zona de prioridad Alta, USD 2,8 millones para la Media, y USD 1 millón para la Baja (Tabla 15 y 16). Aproximadamente el 67% de la inversión estaría dedicada a áreas bajo intervención y uso, y 23% en áreas naturales (Figura 10). En términos de actividades, se estima que el 43% debería dedicarse a protección (usan-

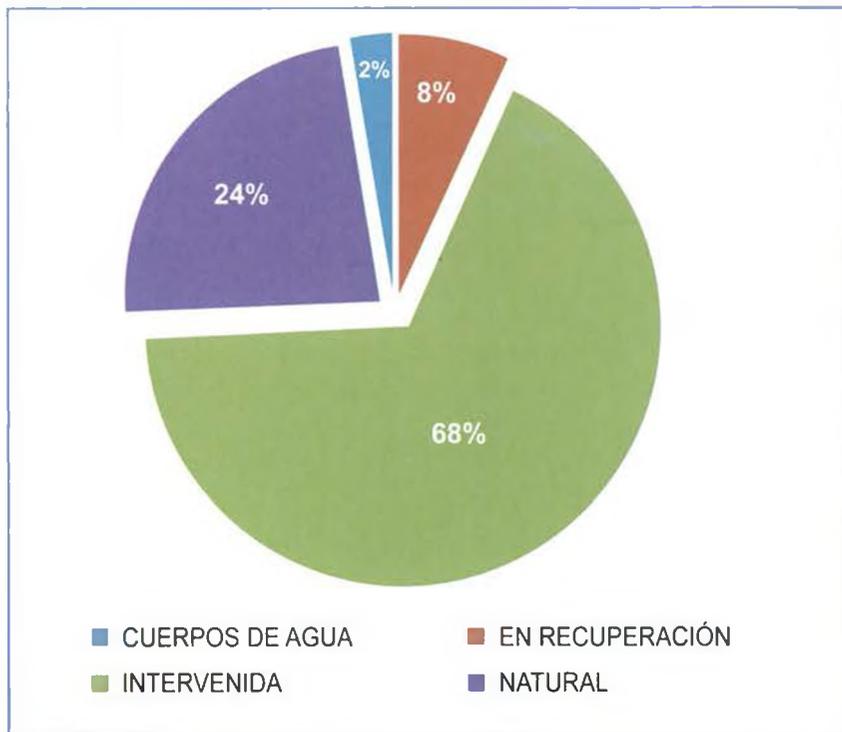
29 Basado en los aportes técnicos de Macarena Bustamante y Miguel Castro. Esta sección consideró la propuesta de inversión para la gestión sustentable de los páramos de Chimborazo de Castro (2011), limitándolo solo al Escenario 3: Integral de largo plazo y ajustando a nueva información disponible.

30 A un horizonte temporal más largo, la inversión anual se reduce (por ejemplo, en el caso de 30 años a la mitad). Dado el nivel de inestabilidad e incertidumbre que caracteriza al país, se considera que es pertinente usar este periodo.

do un enfoque tradicional de eliminar presiones en ciertas áreas), 30% en procesos de regeneración vegetal natural (que incluye la compra de materiales, semillas, capacitación y costos

de protección), 24% en manejo (orientada a mejorar las prácticas productivas), y 2,7% recuperación de suelos degradados (Tabla 16).

Figura 10. Inversión porcentual por uso y cobertura en el Escenario. 3: Integral de Largo Plazo



Elaborado por M. Bustamante y M. Castro (2011).

Tabla 15. Distribución porcentual de la inversión total por actividad y prioridad

CATEGORÍAS DE USO/ACCIÓN	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL AREA PRIORIZADA
PROTECCIÓN	21,8%	17,8%	3,4%	43,1%
REGENERACIÓN	13,0%	13,1%	4,4%	30,4%
MANEJO	6,0%	11,4%	6,5%	23,8%
RECUPERACIÓN	1,4%	1,2%	0,1%	2,7%
% COSTO TOTAL ESCENARIO 3	42,2%	43,4%	14,4%	100,0%

Elaborado por M. Bustamante y M. Castro (2011).

La inversión anual promedio asciende a casi USD\$ 35 por hectárea considerando actividades de manejo, regeneración, protección y recuperación de suelos. Para tener una referencia en el contexto de la economía ecuatoriana, el estudio de Análisis de Necesidad de Financiamiento (MAE 2005) estimó costos promedio por hectárea en el escenario integral desde USD\$ 1,65 (en el caso de áreas protegidas grandes), USD\$ 8,86 (medianas) y USD\$ 74,81 (en pequeñas). Los costos varían en función del tamaño.

Los costos de implementación, sin duda, representan un desafío para la provincia de Chimborazo, sus autoridades políticas y ciudadanos. Considerando la complejidad del manejo en el marco de la participación social –donde las respuestas también varían de acuerdo al contexto local– esta inversión se justifica. Es importante resaltar que este valor es referencial, y que su uso está en el contexto de tomas de decisiones informadas por

parte de los actores políticos de la provincia.

Con el ánimo de identificar mecanismos de financiamiento para su implementación existen dos sugerencias concretas. La primera generar sinergias y colaboración entre el Estado Central, el Gobierno provincial y los Gobiernos Seccionales. La estrategia de financiamiento planteada a través del proceso de apoyo a la elaboración del Reglamento a la Ordenanza de Manejo de los Páramos de Chimborazo sugiere que la actividad de protección sea financiada a través del Gobierno Central y el Programa SocioBosque Capítulo Páramo. Las actividades de regeneración natural deberían ser desarrolladas por los Municipios por estar vinculadas al cuidado y restauración de coberturas que contribuyen en regular el ciclo hidrológico. Finalmente aquellas actividades asociadas a manejo productivo se propone que su financiamiento sea de responsabilidad del Gobierno Autóno-

mo Descentralizado de Chimborazo (Castro 2011). Conscientes de las limitaciones respecto a los recursos financieros, también se sugiere reducir los esfuerzos a las áreas de prioridad alta (al menos hasta alcanzar recursos suficientes). Así, la inversión requerida sería de USD 2,7 millones al año, una cifra alta aún pero más manejable, y que adicionalmente se concentran en las áreas de mayor prioridad socioecológica en la provincia.

5.3.3 Comunidades, cantones y microcuencas directamente involucradas

COMUNIDADES.

Dentro de las 3 diferentes categorías de prioridad (Alta, Media, Baja) se encuentra 98 comunidades. En el caso

de la prioridad Alta, estas se encuentran en una altura media de 3.800 metros y distribuidas en diferentes cantones de la provincia. En cuanto a prioridad media y baja, las comunidades se encuentran a menor altitud (3.460 y 3.480 metros respectivamente) (Tabla 17 y Figura 11).

Cabe señalar que esta lista de comunidades incluye solamente aquellas dentro de las áreas priorizadas, es decir que están directamente involucradas. Sin embargo, existen muchas otras que estando fuera del área priorizada si tienen injerencia sobre los páramos. El alcance de este estudio no permite identificarlas pero se lo recomienda tener esto en consideración al momento de aplicar medidas de manejo, protección y recuperación.

Tabla 16. Costeo del Escenario 3: Integral y de Largo Plazo por Estado actual del suelo y cobertura

CATEGORÍAS DE USO / ACCIÓN	PRIORIDAD ALTA	PRIORIDAD MEDIA	PRIORIDAD BAJA	TOTAL ÁREA PRIORIZADA
SUPERFICIE DE CUERPOS DE AGUA	23	33	81	137
Ha bajo Protección	23	33	81	137
Costo total Protección	\$ 10.528,57	\$ 14.759,51	\$ 36.492,77	\$ 61.780,86
COSTO ACCIONES ÁREAS EN RECUPERACIÓN	\$ 10.528,57	\$ 14.759,51	\$ 36.492,77	\$ 61.780,86
SUPERFICIE EN RECUPERACIÓN	6296	6636	1983	14915
Ha bajo Protección	6296	6636	1983	14915
Costo total Protección	\$ 2.833.401,39	\$ 2.986.417,91	\$ 892.131,95	\$ 6.711.951,25
COSTO ACCIONES ÁREAS EN RECUPERACIÓN	\$ 2.833.401,39	\$ 2.986.417,91	\$ 892.131,95	\$ 6.711.951,25
SUPERFICIE INTERVENIDA	53.119	50.736	19.171	123026
Ha bajo Protección	26559	15221	1917	808508176
Costo total Protección	\$ 11.951.722,75	\$ 6.849.343,35	\$ 862.716,89	\$ 19.663.783,00
Ha bajo Regeneración	15936	15221	5751	36908
Costo total Regeneración	\$ 9.730.295,89	\$ 9.293.797,89	\$ 3.511.832,88	\$ 22.535.926,66
Ha bajo Manejo	10624	20294	11503	42421
Costo total Manejo	\$ 5.769.760,56	\$ 11.021.861,85	\$ 6.247.220,57	\$ 23.038.842,98
COSTO ACCIONES ÁREAS INTERVENIDAS	\$ 27.451.779,20	\$ 27.165.003,09	\$ 10.621.770,34	\$ 65.238.552,64
SUPERFICIE CON VEGETACIÓN NATURAL	18.860	21.916	4.696	45472
Ha bajo Protección	14145	16437	3522	34104
Costo total Protección	\$ 6.365.150,35	\$ 7.396.626,70	\$ 1.585.016,65	\$ 15.346.793,70
Ha bajo Regeneración	4715	5479	1174	11368
	\$ 2.878.933,93	\$ 3.345.466,86	\$ 716.897,16	\$ 6.941.297,95
COSTO ACCIONES ÁREAS NATURALES	\$ 9.244.084,28	\$ 10.742.093,56	\$ 2.301.913,81	\$ 22.288.091,65
SUPERFICIE DE SUELOS DEGRADADOS	1.337	1.119	134	2589
Ha bajo Recuperación	1337	1119	134	2589
Costo total Recuperación	\$ 1.336.712,12	\$ 1.118.655,11	\$ 134.004,60	\$ 2.589.371,84
COSTO ACCIONES ÁREAS EN RECUPERACIÓN	\$ 1.336.712,12	\$ 1.118.655,11	\$ 134.004,60	\$ 2.589.371,84
	PRIORIDAD ALTA	PRIORIDAD MEDIA	PRIORIDAD BAJA	TOTAL ÁREA PRIORIZADA
TOTAL COSTO ESCENARIO 3 (A 15 AÑOS)	\$ 40.865.977,00	\$ 42.012.169,67	\$ 13.949.820,70	\$ 96.827.967,37
INVERSIÓN ANUAL (A 15 AÑOS)	\$ 2.724.398	\$ 2.800.811	\$ 929.988	\$ 6.455.198
Porcentaje por Prioridad	42,2%	43,4%	14,4%	
INVERSIÓN ANUAL/HA				\$ 34,68

Elaborado por: M. Bustamante y M. Castro (2011)

Tabla 17. Lista de comunidades directamente involucradas por categoría de prioridad del Escenario 3: Integral de largo plazo

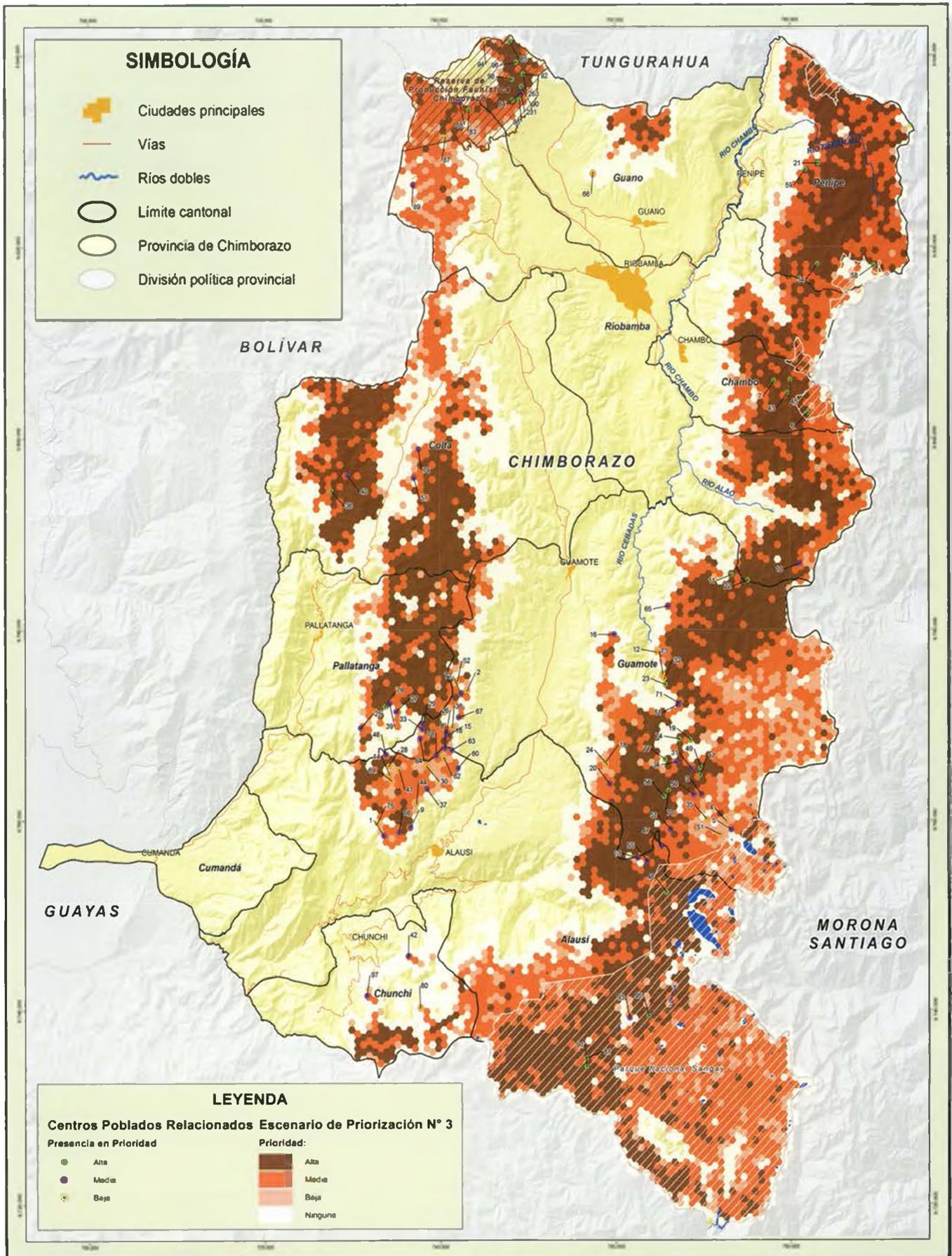
PRIORIDAD ALTA			PRIORIDAD MEDIA			PRIORIDAD BAJA		
Cód.	Nombre	Altitud (m)	Cód.	Nombre	Altitud (m)	Cód.	Nombre	Altitud (m)
6	Ayanchi	4235	1	Agua Clara	3099	2	Angatiana	3651
7	Cachaco	3768	3	Asomana	3458	4	Atillo Chico	3487
11	Chanchán	3406	5	Atillo Grande	3469	12	Chaupicalpa	3434
17	Colay	3510	8	Cachuma-Quingre	3724	14	Chipche	3161
19	Corredor	3500	9	Chabsi	2944	18	Corralpamba	3953
21	Curiquin	3672	10	Chagnapamba	3784	24	El Salto	3987
22	El Contadero	3482	13	Chimhuaycu	3707	28	Gualag	3002
23	El Salto	3402	15	Cochaloma	3742	30	Gualiñag	3559
36	Las Palmas	2929	16	Cochapamba	3738	32	Guaruc	3492
43	Monte Raja	4115	20	Cruzpungu	4098	35	Huascayacu	3542
45	Ogchaloma	3921	25	Gahuin Chico	2698	38	Los Pinos	3696
46	Osogoche Alto	3723	26	Gauchana	3765	41	Marcopamba	3250
49	Panupamba	3525	27	Grandilla	3291	44	Moraspamba	2963
58	Páramo Boliche	3905	29	Gualagpamba	3166	51	Peña Blanca	3523
54	Pucaloma	4180	31	Guallabin	3457	52	Piguiloma	3852
56	Punguloma	3705	33	Horno Loma	3143	62	San Jose de Tipin	3656
59	Quinuaquiro	3761	34	Huasan	3570	66	San Vicente de Liguinde	3276
70	Shisha	3824	37	Llactapamba	3204	69	Shigla	3362
74	Tiocaca	3251	39	Loterano	3401	73	Tacan	3519
76	Yanacocha	3336	40	Malpotillo	2795	75	Tugna	3050
77	Yanapaccha	3664	42	Misarguana	3325	80	Alfapamba	3224
81	Bayushca	3574	47	Osogoche Bajo	3585	87	Coop. El Guabo	3914
82	Cascajal	4260	48	Pamba	2643	94	Pampa Murocucho	ND
83	Cebollar	4577	50	Parbarumi	3532			
86	Chimborazo	4135	53	Puca Totoras	3665			
85	Cruz de Pacupamba	4167	55	Punguhuaycu	3777			
90	Hierbabuena	4195	57	Punipala	3387			
91	Juval	3540	60	Rayoloma	3372			
92	La Torre	4154	61	Reten	3371			
95	Pomacocho	3679	63	San Juan de Tipin	3530			
96	Rumipamba Grande	4231	64	San Luis	3026			

98	Tanipungu	4369	65	San Nicolás	3680			
			67	San Vicente de Tipin	3660			
			68	Shec - Shec	3241			
			71	Shubamba	3446			
			72	Tablonpamba	3754			
			78	Yanayacu	3726			
			79	Ajospamba	3551			
			84	Cochapamba	4138			
			88	Gallorumi	ND			
			89	Ganquis Cuiquiloma	ND			
			93	Llindilig	ND			
			97	Suruhuaycu	ND			
DESCRIPCIÓN								
32 comunidades			43 comunidades			23 comunidades		
Altitud media: 3800 m			Altitud media: 3460 m			Altitud media: 3480 m		

Elaborado por M. Rivera, M. Bustamante y F. Segovia (2011)



Figura 11. Mapa de ubicación de centros poblados incluidos en el Escenario 3: Integral y de largo plazo en la provincia de Chimborazo



CANTONES Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

Los sitios priorizados se distribuyen a lo largo de todos los cantones de la provincia de Chimborazo, tal como lo señala la siguiente Tabla (18).

Tabla 18. Sitios prioritarios por cuenca hidrográfica y cantón					
Cantón	Nivel de Prioridad	Cuenca Hidrográfica	Subcuenca Hidrográfica	Microcuenca Hidrográfica	Hectáreas
Alausí	Prioridad alta	Río Guayas	Río Yaguachi	Drenajes menores	361
				Q. Chorrera	275
				Q. Quilloyacu	83
				R. Citado	1.149
				R. Huasachaca	602
				R. Manzano	150
				R. Manzano	50
				R. Pumachaca	375
				R. Sevilla	11
				R. Zula	1.97
		R. Zula	1.94		
		Río Pastaza	Río Chambo	Drenajes menores	37
				Q. Lulashi	1.940
				Q. Lulashi	81
				R. Ozogoche	100
				R. Ozogoche	3.624
		Río Santiago	Río Paute	Drenajes menores	3.755
				Q. Pailacocha	376
	R. Jubal			3.604	
	R. Jubalyacu			459	
	R. Pomacocho			3.209	
	R. Púlpito			98	
	R. Saucay			5.388	
	R. Timbuyacu			608	
	Prioridad media	Río Guayas	Río Yaguachi	Drenajes menores	199
				Q. Chalhuayacu	86
				Q. Chorrera de C.	372
				Q. Conventillo	645
				Q. Morocho	23
				Q. Quilloyacu	547
				R. Citado	1.523
				R. Huasachaca	268
R. Machángara				368	
R. Manzano				2.909	
R. Manzano				266	
R. Pumachaca				400	

Cantón	Nivel de Prioridad	Cuenca Hidrográfica	Subcuenca Hidrográfica	Microcuenca Hidrográfica	Hectáreas
		Río Pastaza	Río Chambo	R. Sevilla	487
				R. Zula	1.464
				R. Zula	924
				Drenajes menores	5
				Q. Lulashi	722
				Q. Lulashi	23
				R. Osogoche	209
				R. Osogoche	1.970
				Drenajes menores	4.054
		Río Santiago	Río Paute	Q. Pailacocha	1.155
				R. Jubal	901
				R. Jubalyacu	476
				R. Pomacocho	2.366
				R. Púlpito	9.923
				R. Saucay	141
R. Saucay	2.730				
R. Timbuyacu	4.312				
Chambo	Prioridad Alta	Río Pastaza	Río Chambo	Q. Bocatoma	165
				Q. Bocatoma	309
				Q. Cachipata	688
				Q. Dalcál	975
				Q. Dalcál	1
				Q. Puchucahuán	10
				R. Ulpán	1.986
				R. Ulpán	172
	Prioridad Media	Río Pastaza	Río Chambo	Q. Bocatoma	382
				Q. Bocatoma	753
				Q. Cachipata	375
				Q. Daldal	175
				Q. Puchucahuán	52
				R. Ulpán	1.537
R. Ulpán	130				
Chunchi	Prioridad Alta	Río Guayas	Río Yaguachi	R. Angas	2
				R. Huatacsi	1.009
				R. Turmas	828
	Prioridad Media	Río Guayas	Río Yaguachi	Q. Yaute Huaicu	11
				R. Angas	43
				R. Huatacsi	1.287
				R. Huatacsi	100
R. Turmas	509				
Colta	Prioridad Alta	Río Guayas	Río Yaguachi	Drenajes menores	928
				Q. Cóndor Puñuna	1.110
				R. Cañi	1.397

Cantón	Nivel de Prioridad	Cuenca Hidrográfica	Subcuenca Hidrográfica	Microcuenca Hidrográfica	Hectáreas
	Prioridad Media	Río Guayas	Río Yaguachi	R. Yasipán	531
				Q. Chalhuayacu	109
				Q. Conventillo	12
				Q. San Francisco	316
				R. Citado	894
				R. Pumachaca	1.566
		Río Pastaza	Río Chambo	Drenajes menores	2.378
				Q. Capahuaycu	433
				Q. Chilcayacu	419
				Q. Chita Huaycu	27
				Q. Curihuaycu	66
				Q. Letrahuaycu	595
				Q. Lillac	175
				Q. Lulashi	58
				Q. Pancún	813
				Q. Pucarrumi	263
				Q. Timbohuaycu	237
				Q. Tiocajas	590
				Q. Yerbabuena	119
				R. Atillo	1.767
				R. Atillo	2.069
				R. El Tingo	1.829
				R. Guarguallá	2.885
				R. Osogoche	600
		R. Osogoche	794		
		R. Yasipán	5.981		
		R. Yasipán	300		
Guano	Prioridad Alta	Río Pastaza	Río Chambo	Q. Basacón	138
				Q. Cahuagi	193
				Q. Chocón	108
				Q. Mac aquí	89
				Q. Miraflores	40
				R. Chimborazo	1
				R. Guano	420
				R. Guano	1.286
				R. Blanco	4
	R. Mocha	652			
	Prioridad Media	Río Pastaza	Río Chambo	Q. Basacón	371
				Q. Cahuagi	236
				Q. Chocón	168
				Q. Macaquí	182
				Q. Miraflores	69
Q. Tulundo				5	



Cantón	Nivel de Prioridad	Cuenca Hidrográfica	Subcuenca Hidrográfica	Microcuenca Hidrográfica	Hectáreas
				R. Chimborazo	10
				R. Guano	813
				R. Guano	601
			Rio Patate	R. Blanco	39
				R. Mocha	22
				R. Mocha	200
Pallatanga	Prioridad Alta	Río Guayas	Río Yaguachi	Q. San Francisco	1
				R. Chayahuán	391
				R. Citado	1.142
				R. Coco	6.034
				R. Panza	724
	Río Pastaza	Río Chambo	Q. Pucarrumi	37	
	Prioridad Media	Río Guayas	Río Yaguachi	R. Chayahuán	355
				R. Citado	1.102
				R. Coco	2.409
				R. Guitsitse	14
R. Panza				303	
Río Pastaza	Río Chambo	Q. Pucarrumi	168		
Penipe	Prioridad Alta	Río Pastaza	Río Chambo	Drenajes menores	656
				Drenajes menores	564
				R. Badcanuán	263
				R. Blanco	1.205
				R. Puela	10.597
				R. Puela	981
	Prioridad Media	Río Pastaza	Río Chambo	Drenajes menores	747
				Drenajes menores	206
				R. Badcanuán	545
				R. Blanco	1.872
				R. Blanco	165
				R. Puela	6.000
R. Puela	652				
Riobamba	Prioridad alta	Río Guayas	Río Yaguachi	R. Illangama	132
		Río Pastaza	Río Chambo	Drenajes menores	284
				Q. Basacón	13
				Q. Bocatoma	3.430
				Q. Daldal	813
				Q. de Gusu	238
				Q. Puchucahuán	190
				Q. Quishpe	318
				R. Blanco	1.886
				R. Blanco	322
				R. Chimborazo	100
R. Chimborazo	718				



Cantón	Nivel de Prioridad	Cuenca Hidrográfica	Subcuenca Hidrográfica	Microcuenca Hidrográfica	Hectáreas
	Prioridad Media	Río Guayas	Río Yaguachi	R. Guarguallá	2.664
				R. Maguaza	1.803
				R. Conventillo	1.846
				R. Conventillo	112
				R. Illangama	326
		Río Pastaza	Río Chambo	Drenajes menores	518
				Q. Basacón	85
				Q. Bocatoma	3.514
				Q. Bocatoma	288
				Q. Daldal	295
				Q. de Gusu	471
				Q. Puchucahuán	42
				Q. Quishpe	470
				R. Blanco	2.675
				R. Blanco	904
				R. Calera	507
				R. Chimborazo	1.403
				R. Chimborazo	2.781
R. Guarguallá	840				
R. Maguaza	841				

Fuente: M. Beltrán (2010a).





Vicunas en la Reserva de producción de Fauna Chimborazo

Ursula Gröten

6. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS PÁRAMOS DE CHIMBORAZO

Montserrat Albán, María Argüello, Miguel Castro y Felipe Segovia

Los capítulos previos permiten una lectura de la situación de los páramos en Chimborazo. En resumen, los páramos de la provincia están bajo condiciones de uso más allá de su capacidad de carga, lo que puede afectar las características básicas del ecosistema y sobre todo su resiliencia. Los patrones de uso del suelo que están determinados no solo por el acceso, sino por una serie de factores históricos, institucionales, económicos, tecnológicos y de adaptación de las comunidades indígenas y habitantes al páramo, explican la presencia de quemados frecuentes y el pastoreo extensivo de ovejas, ganado vacuno, ganado asnal y caballar. El sobrepastoreo se ha extendido hacia áreas muy lejanas de caminos de acceso provocando erosión y compactación del suelo y cambios en la biodiversidad y ejerce presión inclusive al interior de las áreas protegidas. Se constató que se han transformado a usos agrícolas o ganaderos áreas de páramo que presentan ciclos de precipitación claramente estacionales y que por tanto requieren de un mantenimiento de la estructura física de sus suelos para garantizar una buena capacidad de regulación del agua que ingresa al sistema.

A más de la situación de vulnerabilidad del ecosistema, está el escenario de alta pobreza, con comunidades indígenas y campesinas con índices de alrededor del 92% de sus necesidades básicas insatisfechas y que viven y dependen del páramo (COMUNIDEC 2008). En algunas zonas se ha visto la presencia de un círculo vicioso de pobreza y degradación; donde, si no se trabaja para dotar de alternativas económicas sustentables a la población, la situación tanto del páramo como de las comunidades podría seguir agravándose.

En el Capítulo 5 se han identificado zonas prioritarias para la conservación y manejo del páramo dadas sus características de cobertura, uso, importancia social e hídrica. Existen un total de 98 comunidades identificadas, y más de 186.140 hectáreas que requieren atención ya que actualmente no cuentan con ningún tipo de protección a pesar de ser importantes en términos de regulación hídrica y demanda de agua para consumo humano. Después de la definición de áreas prioritarias para la conservación y el manejo de los páramos, el siguiente paso es diseñar las estrategias y acciones que deberán ser impulsadas para cada nivel de prioridad.

La conservación para ser sostenible, debe ser un proceso de construcción social y política, para esto las propuestas deben ser consultadas, analizadas y validadas con todos los actores sociales relevantes. El enfoque de trabajo deberá ser de dos vías, por un lado partir del individuo como actor importante del desarrollo social, porque sobre la base de su grado de interés, conciencia y sensibilidad sobre la situación de los páramos se construirán las mejores prácticas de conservación y producción sostenible, condiciones necesarias para el mantenimiento de los páramos de Chimborazo. De la práctica individual y su escalamiento en procesos de participación social, donde el interés común sea el impulso, se dará el salto para una acción organizada, sustento a su vez de un proceso colectivo de mayor escala. Por otro lado, el marco legal y las propias dinámicas político-sociales del país, le han dado cada vez mayor protagonismo a los Gobiernos autónomos descentralizados; el reconocimiento de que su cercanía a la realidad local contribuye al desarrollo de políticas más apropiadas y a una mayor y mejor participación, convierte a, las parroquias, los municipios y las prefecturas en los actores más importantes para la construcción del capital social (Torres 2001). El intercambio y retroalimentación entre ambos niveles, comunidades y gobiernos seccionales, deberá ser la dinámica privilegiada para la construcción y ejecución de las políticas para los páramos de Chimborazo.

El fuerte vínculo entre la resiliencia social y ecosistémica hace que comunidades asentadas y dependientes de ecosistemas en buen estado de salud, puedan ser más resilientes a las presiones externas (Adger 2000). Por

esta razón es necesario propender al desarrollo de institucionalidad local, intermedia y nacional (esquemas organizativos, normas consuetudinarias, marcos legales) que favorezcan el desarrollo de patrones adecuados de uso del suelo, prácticas sostenibles de producción fortalecidas mediante la implementación de incentivos para la sustentabilidad, entre otras estrategias. Es necesario trabajar en esquemas institucionales que marquen una nueva forma de relacionamiento entre el ecosistema de páramo y las comunidades, las ciudades y el gobierno. Dichos esquemas deberían ser estructuras de colaboración o comanejo con la finalidad de incluir a los actores locales y su conocimiento en un mejor modelo de gobernanza de páramos. Escenarios de este tipo, permitirán promover procesos adaptativos de manejo atenuados a los requerimientos de los ecosistemas (Crona y Hubacek 2010) y de las sociedades altoandinas.

De la discusión precedente se sugieren al menos cinco lineamientos para el desarrollo de políticas para el manejo del páramo en Chimborazo:

1. El páramo es un ecosistema frágil, con dinámicas sociales y ecológicas complejas, por tanto requiere de un régimen especial para su uso y manejo sustentable. En atención a estas peculiares características, el diseño de políticas del páramo debe apuntar tanto a la conservación de su biodiversidad y funciones ecológica como a la reducción de la pobreza.
2. Una gran parte de las zonas de páramo se encuentran en un fuerte proceso de degradación, inclusive aquellas que se encuentran en zo-

nas aisladas. Por este motivo, las dos pilares de trabajo son: primero, prevenir y/o reducir las fuentes que provocan la degradación, básicamente la ganadería extensiva de ovinos y bovinos; y, segundo recuperar las zonas ya degradadas, recuperando la cobertura vegetal, el suelo y por tanto la capacidad de este ecosistema de regular el agua.

3. En zonas que por razones sociales no se puede recuperar totalmente el páramo desplazando las actividades productivas, es necesario apoyar a los usuarios de los páramos para una transición hacia modelos productivos agrícolas y pecuarias que descansen en principios de sostenibilidad ambiental, social y económica.
4. Puesto que el agua es un tema prioritario para el país y la provincia de

Chimborazo en particular, es necesario entender de mejor manera su situación actual y las dinámicas de cambio de este recurso; para esto serán necesario entonces, sistematizar la información generada y según esto generar información sobre temas relevantes como cantidad, demanda y calidad.

5. Finalmente es necesario generar un conjunto de incentivos para que los diferentes actores sociales presentes en el páramo desarrollen formas de manejo sostenible, de tal manera que se institucionalicen en los diferentes niveles.

La priorización ha establecido tres escenarios de manejo distintos –asociados a diferentes metas de conservación– y tres niveles de prioridad (alto, medio y bajo) en cada escenario. Los escenarios son referentes de cómo debe avanzar el proceso de manejo y

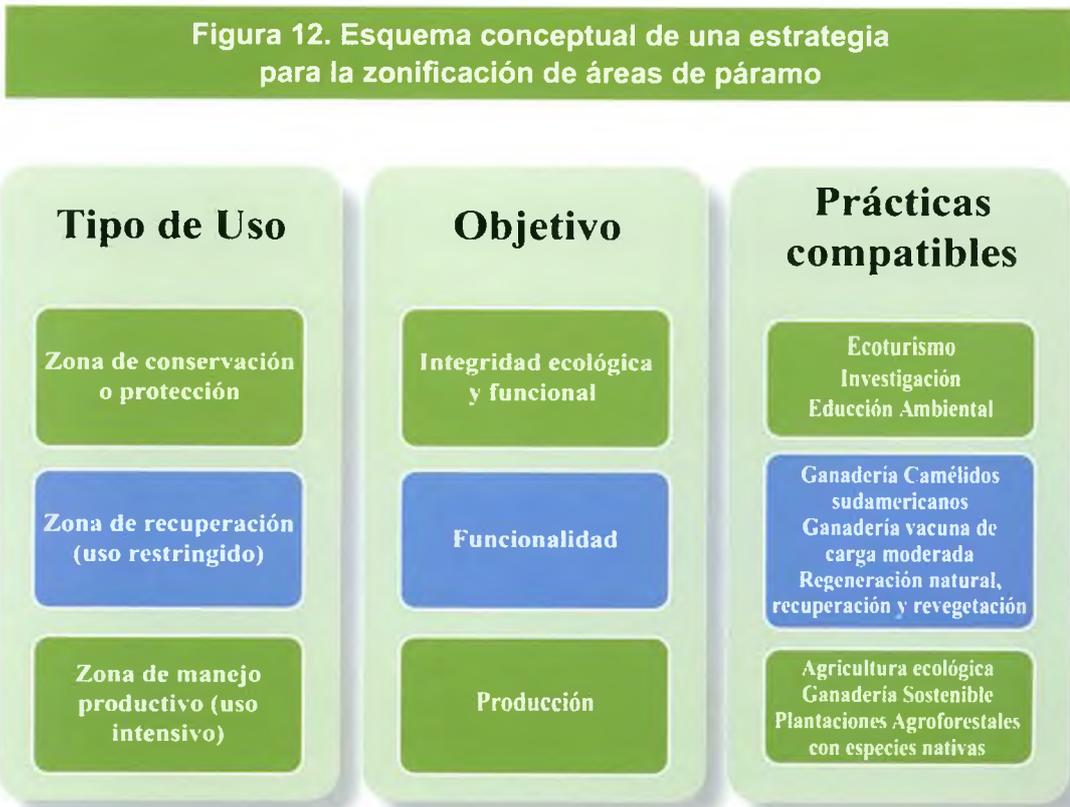


Guacapullaguchi (Vía Achupallas - Totoras)

Daisy Cárate

conservación en el tiempo y hacia qué nivel y superficies de protección deben encaminarse los esfuerzos. Así, los escenarios deben ser considerados como opciones de implementación de un proceso progresivo de conservación y manejo de los páramos en la Provincia en el corto (Escenario 1: mínimo) al largo plazo (Escenario 3: integral).

Para el manejo de las zonas de prioridad alta, media y baja se deben desarrollar diferentes acciones que aseguren que estas áreas en su conjunto contribuyan al mantenimiento de la funcionalidad ecológica de los páramos de la provincia de Chimborazo. En el presente documento se toma como referencia la propuesta de Suárez (2009) sobre estrategias de zonificación y uso del suelo en áreas de páramo (Figura 12):



Fuente: Suárez (2009) modificado por Albán para el presente documento.

6.1 Establecimiento de zonas de conservación y protección de páramos

Las zonas de conservación, como lo presenta Suárez (2009), tienen como objetivo mantener la integridad ecológica y la funcionalidad del ecosistema. Estas zonas de conservación son importantes por el papel que tienen en términos de biodiversidad alta, regulación hídrica y disminución de la pobreza asociada a la degradación de los ecosistemas; adicionalmente contribuye a fortalecer la resiliencia de los sistemas naturales para hacer frente a presiones externas y cambios a gran escala, por ejemplo ante escenarios de cambio climático.

1. Fortalecimiento de las actuales áreas protegidas mediante la ampliación del área del Parque Nacional Sangay y de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo o establecer zonas de conservación bajo otra figura en las zonas de amortiguamiento o zonas cercanas de estas áreas protegidas.
2. En cada uno de los nueve cantones con páramo³¹ establecer zonas de protección municipales, comunitarias o privadas que formen parte del Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador (PANE).
3. Apoyar la inclusión de zonas prioritarias en el Programa Socio Bos-



Lagunas de Atillo, Parque Nacional Sangay

Luis Cumba

El Escenario 3, seleccionado por la Mesa Ambiental de la provincia como la meta a alcanzar en protección y manejo de páramos en Chimborazo, resalta la necesidad de establecer áreas de conservación para al menos 84.100 hectáreas, que son aquellas catalogadas de prioridad alta y que no están actualmente bajo alguna categoría de protección. La conservación de estas áreas puede desarrollarse mediante varios mecanismos:

que (PSB), capítulo Páramo, hasta su creación vía ordenanzas municipales, donde se permita solamente cierto tipo de actividades y usos. Actualmente existen alrededor de 45.000 hectáreas en el Capítulo Páramo del PSB pero hasta octubre del 2010, únicamente 933 hectáreas de propietarios privados era parte del programa y ninguna comunidad de la provincia de Chimborazo estaba incluida. Sin

31 A excepción del cantón Cumandá, todos los otros cantones de Chimborazo (nueve) cuentan con áreas de páramo.



Volcán El Altar, Cordillera Oriental.

Daisy Cárate

embargo, en otras provincias hay varios casos de comunidades indígenas y campesinas en zonas de páramos tales como Zuleta (Imbabura), la comunidad de La Esperanza (Tufiño, Carchi) y Nueva Tondolique (Tungurahua), las cuales, además, fortalecen la propuesta de conservación a través de la implementación de cajas de ahorro comunitarias y proyectos de ecoturismo, entre otros.

El mayor reto a enfrentar para el establecimiento de las zonas de conservación y protección es coordinar las estrategias y acciones a seguir con la población asentada en el páramo. En este sentido, identificar aquellas comunidades presentes en las zonas de protección, así como su situación respecto de tenencia de la tierra es una tarea pendiente y que se recomienda como paso a seguir. Lo anterior permitirá divisar aquellas estrategias más efectivas para establecer las zonas

de protección, ya que será diferente el trabajo que se realice con asociaciones de productores que tengan amplias extensiones y pocos propietarios, del que se pueda realizar con comunidades indígenas marcadas por el minifundio.

Por lo tanto, la visión de establecer las tradicionales áreas protegidas sin presencia de población en su interior es una estrategia muy limitada en la provincia de Chimborazo. Por el contrario, trabajar de manera conjunta la implementación de las zonas de protección con alternativas de uso y manejo productivo en las zonas de prioridad media y alta, de manera que las comunidades locales tengan alternativas de producción y opciones económicas, resulta la estrategia más recomendable para implementar la conservación y manejo de páramos. Las recomendaciones para éstas últimas se discute a mayor detalle en las siguientes secciones.

6.2 Recuperación del ecosistema de páramo

En el escenario 3, existen 2.590 hectáreas degradadas con suelos desnudos y 123.020 de zonas intervenidas. Uno de los resultados más importantes del presente estudio es la constatación de que esta intervención en su mayoría en zonas donde el pastoreo es el uso principal y donde el pisoteo del suelo y la reducción en la biomasa son procesos frecuentes, pero, además, se da inclusive en las áreas de páramo más alejadas y de más difícil acceso, de tal manera que actualmente es posible afirmar que no existen zonas de páramos que no hayan sido utilizadas para actividades de pastoreo. En todas las zonas de prioridad en páramos (alta, media y baja), el 64% de las áreas identificadas se encuentran en páramo de pajonal intervenido por pastoreo. En las áreas que por su alta prioridad es necesario recuperar este ecosistema, se deberá

promover la regeneración, recuperación y en ciertos casos la restauración de los páramos.

El páramo es un ecosistema que se puede recuperar por sus propios medios. Sin embargo, un proceso con estas características no garantiza que el páramo vuelva a tener sus condiciones iniciales en términos de estructura y de mantenimiento de sus funciones ecológicas; para este fin es posible realizar ciertas tareas que apoyan el proceso de recuperación de la vegetación natural. En muchos casos cuando la alteración ha sido muy seria, la recuperación podría tomar muchos años, por lo cual es necesario desarrollar acciones de restauración; según Vargas y Velasco (2010), ésta es una práctica que busca volver un ecosistema dañado, alterado o degradado lo más cerca posible a su condición original; estos autores plantean las siguientes estrategias (Recuadro 2):

Recuadro 2. Estrategias para la restauración del páramo

- Demarcación de sectores de páramo con la finalidad de protegerlos o de estimular la regeneración
- Revegetación en zonas degradadas considerando sus particularidades específicas.
- Rescate y reubicación de plantas.
- Traslado de suelo y de "tapetes de plantas".
- Estructuras para control de erosión.

Fuente: Vargas y Velasco (2010) modificado por Albán.



Santa Rosa de Chicho

Daisy Cárate

En las áreas degradadas y en aquellas intervenidas que por su importancia deben ser recuperadas, las acciones de recuperación deberán considerar algunos aspectos:

1. En áreas que no se encuentren muy alteradas la recuperación natural es la mejor alternativa. En términos del flujo y regulación hídrica del páramo, es mejor si no se realiza intervención alguna (por ejemplo, de forestar áreas).

El páramo es un ecosistema no arbolado y por lo tanto la forestación no debe ser considerada como una alternativa para su recuperación o manejo en general. Aún más, la forestación del páramo puede afectar la capacidad de regulación hídrica de este ecosistema. En análisis comparativos entre páramos bien conservados que fueron forestados con pino y páramos y otros bien conservados con pajonales, se observó que los primeros solamente mantienen el 30% del caudal de la cuenca con relación a los pára-

mos de pajonal (Buytaert et al. 2006). Otros estudios como el de Farley et al. (2004) en la provincia de Cotopaxi, identificaron que la retención del agua declina significativamente a medida que la plantación de pino es de mayor edad. Se llegó a medir hasta un 63% menos de agua que en los páramos naturales. Incluso la siembra de árboles nativos como *Polylepis*, que como cualquier árbol necesitan agua y producen una evapotranspiración mayor a la del pajonal, sería perjudicial en páramos bien conservados (R. Célle-ri, U. de Cuenca, com. pers. 2010).

Lo mismo ocurre con el carbono orgánico en 10 cm de suelo, que disminuye de 5 kg/m² hasta 3.5 kg/m² en páramo con pinos.

La forestación con especies exóticas puede ser una alternativa en situaciones críticas, es decir, cuando el ecosistema se encuentra profundamente alterado. Un ejemplo de este caso se presenta en el desierto de Palmira, donde a través de las plantaciones de

pino se están recuperando algunas de las funciones del suelo y ciertos servicios del bosque lo cual ha sido medido a través de la percepción de las comunidades. Entre ellos están las barreras contra el viento, la presencia de animales como conejos y venados, y la recuperación de la estabilidad del suelo (Albán y Argüello 2004).

Los suelos no deben estar expuestos a la radiación solar, lluvias y viento. La recuperación de la cobertura vegetal debe incidir en esta situación, por tanto es necesario observar la estructura de la vegetación natural con sus estratos y su diversidad de formas. Se requiere proporcionar sombra suficiente que a la vez se permita la entrada de luz, aire y agua y así regular la agresividad del clima, generando un microclima adecuado para que el suelo mantenga su equilibrio (Gómez-Sánchez 2002).

La recuperación del páramo depende de forma inevitable de la eliminación de las quemadas, práctica constante y de rango amplio en la provincia. Las quemadas son ya en algunos casos, prácticas culturales; esta situación hace que su supresión requiera de al menos dos estrategias: desarrollar ejemplos demostrativos basados en proceso de investigación local, en la que las comunidades constaten los impactos de esta práctica y el establecimiento de normatividad local que regule su uso. Existen varias experiencias de comunidades locales que buscan controlar las quemadas y el pastoreo, ya que han identificado problemas de suelos y de infiltración del agua asociados a esos procesos. Entre ellas se puede citar el caso de la comunidad de Llinllín Pucará, analizado durante el presente estudio, en donde se constató el establecimiento

de un sistema de multas para las personas que realicen quemadas; la aplicación de estas normas se sustentaba en un buen nivel organizativo (Salgado y Cárate com. pers). En el sector Los Atapos, de la parroquia Palmira, cantón Guamote, después de un proceso de investigación-acción en que los grupos locales evaluaron los impactos de las quemadas en el páramo, se definieron medidas para su control, éstas finalmente constituyeron parte de las acciones de los planes de manejo comunitarios (Carlos Bonilla, com. pers).

6.3 Conservación a través del manejo: sistemas de producción sostenible

6.3.1 Establecimiento de áreas para el manejo apropiado del ganado

La provincia tiene 549.000 animales entre ganado ovino³² y vacuno, el cual está potencialmente usando los páramos. Chimborazo es la provincia con mayor cantidad de ovinos de toda la Sierra Central (Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar y Tungurahua), aunque si se lo relaciona con el área de páramo existente, la ocupación por individuo/hectárea es menor que en las otras provincias, excepto en Bolívar y la menor de las 4 provincias para el caso de vacunos (INEC 2002). El pastoreo de ganado de vacas y borregos, según los estudios realizados por Salgado y Cárate (2010a y 2010b), es una de las principales afectaciones al páramo en la provincia de Chimborazo.

En el Escenario seleccionado, el 3, en las áreas intervenidas de zonas de prioridad media (50.740 hectáreas) y

32 Para este valor se asume que la tercera parte del número total de vacunos, que es de 242.645 (INEC 2001), no pastorea en los páramos.

baja (19.170 hectáreas), se requieren prácticas ambientales de producción ganadera que en conjunto permitan disminuir la presión sobre las zonas de prioridad alta y a la vez conservar los recursos naturales en las zonas utilizadas. El trabajo en esta línea debería tender a:

- Zonificar las áreas ganaderas considerando la vocación del suelo. En aquellas de prioridad alta y donde se ha consensuado con las comunidades:
 - Reubicar el ganado de las áreas destinadas a la protección y regeneración natural esto con la finalidad de reducir y o eliminar la carga animal de ganado en las zonas de altura.
 - Reemplazar el ganado ovino y vacuno de las zonas de altura por camélidos sudamericanos domésticos (alpaca y llama), con un proceso de acompañamiento técnico para el manejo de los hatos, aprovechamiento de la fibra y elaboración y comercialización de productos derivados. Un ejemplo de este proceso es el que se ha desarrollado en la mayor parte de las comunidades de la Federación de organizaciones indígenas de las Faldas del Chimborazo (FOCIFCH) desde el establecimiento de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en donde el Ministerio del Ambiente ha promovido la sustitución del ganado ovino y vacuno por alpacas y llamas a nivel comunitario y privado; por vicuñas en la Reserva de Fauna Chimborazo; y el desarrollo de actividades turísticas.
- En zonas de prioridad media, donde es posible desarrollar actividades pero de menor impacto se recomienda:
 - Disminuir el número de animales y por tanto el sobrepastoreo en los páramos. Designar zonas donde se hace un manejo de pastos, de tal manera que se enriquece la presencia de especies forrajeras, promoviendo prácticas agroecológicas.
 - Desarrollar actividades asociativas/comunitarias para estabular el ganado y controlar las zonas de pastoreo, estableciéndolas preferiblemente en las zonas bajas, previo un estudio de capacidad de carga.
 - Desarrollar incentivos directos para el manejo sustentable de ganado, que promuevan el establecimiento de prácticas silvopastoriles, mejoramiento y desarrollo de productos, y apoyo el acceso al mercado. El apoyo a las cadenas productivas



Camélidos en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo
Ursula Groten

para mayor generación de valor e ingresos para los habitantes se convierte en una estrategia para generar mayor rentabilidad de actividades intensivas en zonas baja, contribuyendo a aliviar presiones en zonas altas.

- Profundizar la generación de información sobre patrones de cambio de uso del suelo de tal manera que se puede ajustar gradualmente las estrategias de acuerdo a nuevos insumos de conocimiento.

6.3.2 Implementación de formas de producción agrícola sostenible en las zonas bajas

En la provincia coexisten 4 modelos productivos agrícolas: un modelo agroexportador, caracterizado por la producción en monocultivo de productos principalmente dirigido al mercado exterior (por ejemplo brócoli). Segundo, el sistema tradicional de leche y papa en producción de monocultivo, cuya producción principalmente se destina al mercado interno. Un tercer modelo de producción orgánica – aunque también se trata de monocultivo extensivo– de productos agrícolas dirigidos hacia mercados nicho en el mercado internacional (como quinua). Finalmente, el cuarto modelo corresponde a aquel de economías de subsistencias que aplican sistemas de producción diversificados. Todos los modelos excepto el primero pueden ocurrir en zonas de páramo. La extensión de la agricultura en los páramos del Escenario 3 de Chimborazo, es mínima, del 1,42% (3.790 hectáreas), con el menor porcentaje en zonas de prioridad alta y mayor importancia en áreas de prioridad media y baja.



Huertos familiares en San Juan, Kelvin Cueva
Cantón Riobamba.

Las estrategias a seguir para la implementación de formas de producción sostenible y manejo productivo en las zonas de menor altitud con la finalidad de retirar presiones de las partes altas del páramo, deberán ajustarse según se trabajen con comunidades o productores de los modelos mencionados. En esencia, el cambio prioritario es propiciar que la agricultura se desarrolle en las zonas de menor altitud y promover en estos sistemas productivos que conserven y/o recuperen los recursos naturales que los sostienen, bajo un enfoque de agroecosistemas (agroecología). Estos sistemas deben también permitir un incremento de la productividad, lo cual complementado con apoyo para la comercialización, acceso a mercados y mejores precios, constituyen la estrategia para prevenir la presión por una expansión agrícola y ganadera hacia los páramos (Barra et al. 2010).

En los últimos cinco años se han desarrollado iniciativas de agroecología que incorporan prácticas tradicionales andinas de conocimiento ancestral tales como manejo de suelo con terrazas, rotación de cultivos, manejo de pisos ecológicos, sistemas agroforestales y que apuntan a mercados locales, buscando contribuir a procesos de seguridad alimentaria. En esta propuesta a partir de la diversidad creada en la misma chacra se obtienen la mayor cantidad de productos para consumo y satisfacción de las necesidades alimentarias de la familia. Un ejemplo de esto es la iniciativa liderada por la Unidad de producción de San Juan, en la parroquia del mismo nombre. En estos huertos se han recuperado alrededor de 40 especies locales. El proceso se ha institucionalizado mediante el establecimiento de un Sistema de Garantía participativa en la cual los 80 productores se comprometen a mantener sistemas de producción agroecológica que son

monitoreados por ellos mismo. Esta iniciativa ha sido reconocida como de gran relevancia por el Municipio de Riobamba y se prevé que será institucionalizada en el marco de una ordenanza cantonal agroecológica.

Así mismo, con la finalidad de entender los procesos y tendencias en el uso del suelo y expansión de frontera agrícola a futuro se requiere evaluar a nivel socioeconómico la "tenencia de la tierra" a nivel campesino en Chimborazo, especialmente en las zonas de prioridad donde se intervenga. También cabe considerar que la migración nacional e internacional ha dotado de ingresos y recursos a familias rurales, quienes han procedido a la compra de páramos, concretamente tierras intermedias entre páramo y ciudad. Esto contribuye al sistema vertical, donde los ingresos diversificados (ciudad-campo) se reinvierten en ganado extensivo o agricultura intensiva en el páramo.



6.4 Implementación de sistemas de monitoreo

Con la finalidad de conocer en el largo plazo el estado de conservación de los páramos, pero más allá, como las propuestas de manejo (actividades de protección, de recuperación y de manejo productivo) están asegurando la provisión de servicios ambientales (esencialmente el servicio hídrico) se requiere estructurar un monitoreo a largo plazo. Dicho monitoreo debe enfocarse en conocer el estado del recurso hídrico y sus vínculos con los sistemas ambientales y productivos que los generan y afectan (Carpenter et al. 2009).

Actualmente en la provincia existe poca información existente sobre el estado del recurso hídrico. El número de estaciones es insuficiente para grandes zonas de la región, existen pocas estaciones en sitios de páramo y muchas estaciones tienen períodos de datos bastante cortos. Ante esto, acciones que permiten establecer una buena línea base y alternativas para un monitoreo de los páramos y los servicios hídricos a futuro son:

- Contar con un monitoreo de caudales y precipitación a escalas adecuadas en todos los páramos de la provincia.
- Contar con un número básico de estaciones en zonas altas, reduciendo la incertidumbre de los datos.
- Determinar la dinámica de cambio en la cobertura vegetal y uso de tierras durante las últimas décadas en la provincia.

Con la finalidad de profundizar el conocimiento sobre cómo los diferentes tipos y niveles de intervención (agricul-

tura, ganadería, variación climática) afectan a los servicios ambientales y su funcionamiento se recomienda empezar iniciativas piloto de aplicación de medidas de recuperación y manejo productivo con enfoque de protección del páramo y sus servicios hídricos (Carpenter et al. 2009).

En este sentido, se pueden establecer sitios piloto para la aplicación de prácticas que den buen resultado en los páramos y puedan ser replicados en otras zonas. Por ejemplo, existe un sitio piloto en Yanurumi (zona cercana a las faldas del Volcán) que es una muestra de regeneración natural de páramos en Chimborazo. Dicho sitio puede servir como experiencia experimental en donde se realice investigación a futuro. Inclusive, en agroecosistemas y zonas degradadas, la adopción de medidas de conservación podría generar beneficios directos a los agricultores y también puede traer beneficios hidrológicos a las zonas bajas (Céleri 2010).

De igual manera, es necesario establecer esquemas de investigación-acción y monitoreo respecto de prácticas adecuadas en manejo de camélidos sudamericanos (alpacas, llamas); cosecha y captura de agua, y manejo adecuado de bovinos respetando los pisos ecológicos. Lo anterior con la finalidad de conocer si prácticas alternativas permiten mantener actividades económicas y opciones de beneficio para los pobladores locales, al tiempo que no se genera una fuerte afectación a los servicios ambientales, o incluso si permiten restaurar áreas intervenidas.

Estos sitios pilotos de investigación-acción y monitoreo de prácticas pueden convertirse en lugares demos-



trativos y espacios de intercambio de experiencias con las comunidades sobre el manejo y conservación de páramo. El reto para el monitoreo está en consolidar información de línea base sobre el estado del recurso hídrico, cantidad, calidad y regulación; el estado de los páramos; y los vínculos que existen entre las alternativas de manejo y conservación y la provisión de los servicios ambientales hídricos.

6.5 Diseño e implementación de esquemas de incentivos

Los incentivos para conservación y para implementación de prácticas de manejo productivo juegan un rol importante para que los manejadores de sistemas agrícolas y de páramo puedan coordinar y alinear decisiones para cuidar el páramo y sus servicios ambientales. Estos incentivos pueden ser retribuciones monetarias o aportes y apoyos en especie (Muradian et al. 2010). Inclusive, en la región andina, los diversos casos de retribuciones por servicios ambientales han sido reconocidos como herramientas más amplias, que no solo apelan al mecanismo tradicional de mercado y pago. Por el contrario, son mecanismos y herramientas de financiamiento para la protección o recuperación de servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes. La característica de estos mecanismos es que han logrado institucionalizar el financiamiento de la protección y recuperación de las fuentes de agua en el largo plazo (Garzón 2010).

Con este enfoque, resulta útil pensar que se pueden promover diversas herramientas para el manejo y conservación de los páramos. Estas herramientas deben estar encaminadas a promover las prácticas y recomenda-

ciones anteriormente expuestas para los distintos tipos de zonas de prioridad de páramo. Puntualmente, estas herramientas pueden abarcar incentivos desde retribuciones a propietarios o a comunidades por la conservación de los páramos (como SocioPáramo); apoyo y seguimiento técnico para el retiro de la ganadería vacuna y ovina de zonas altas a zonas bajas, apoyo económico y técnico para la sustitución de ganadería vacuna y ovina por camélidos sudamericanos en partes bajas; apoyo técnico y crediticio para la implementación de alternativas productivas amigables con el ambiente según el tipo de modelo productivo agropecuario; apoyo técnico en implementación de prácticas agroecológicas.

Estos incentivos están encaminados a ofrecer alternativas a los habitantes y productores del páramo, de manera que se reduzca la presión por una expansión agrícola y ganadera hacia los páramos (Barrera et al. 2010). Entonces, una de las tareas pendientes es identificar cómo dichos incentivos pueden ser otorgados de una manera constante en el tiempo en el cual se implementen las acciones de conservación y manejo de páramos.

Es recomendable que se establezcan sinergias entre los programas en materia productiva y ambiental que realizan el Gobierno Provincial, los Municipios y entidades nacionales como Ministerio del Ambiente (SocioPáramo) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Programa de Ganadería Ambiental, Programa de Fibras –relacionado a camélidos). La finalidad de esto es delinear una ruta común de trabajo para proteger, recuperar y manejar las zonas prioritarias de páramos existentes. En este

sentido, la actual voluntad política del Gobierno Provincial de aprobar una Ordenanza para los páramos de la Provincia debe ser el instrumento guía para asignar responsabilidades y coordinar esfuerzos.

6.6 Recomendaciones sobre una estrategia de participación social

Las propuestas definidas en este documento representan una visión desde un proceso técnico que busca incorporar los planteamientos de grupos sociales relevantes que tienen una relación con el ecosistema páramo, en concordancia con las estrategias de participación que ya se están implementando en la provincia de Chimborazo. Sin embargo, es necesario impulsar un proceso de socialización y discusión de las propuestas que contiene este documento para alimentar la normativa provincial actualmente existente. Se recomienda un proceso de discusión que involucre los siguientes pasos:

- Definición conjunta de la estrategia para incidir en las áreas y recomendaciones identificadas como prioritarias por este estudio en las instancias de participación local como la Mesa de Ambiente, el Grupo de Trabajo en Páramos de Chimborazo, los Comités de

Manejo por cuencas (en Chambo y Río Blanco), la Plataforma Interinstitucional para el Manejo del río Chimborazo, el Foro de Recursos Hídricos y las Asambleas Cantonales de Presupuestación Participativa, entre otros.

- Fortalecimiento de los mecanismos de toma de decisiones a nivel local, comunitario, municipal y provincial, con especial énfasis en aquellos que incorporen a grupos indígenas y propietarios de páramos, que son los que manejan directamente el ecosistema.
- Establecimiento de planes de manejo participativos con enfoque de género como herramienta de planificación a nivel local (municipio, cuencas hidrográficas, territorios, juntas de riego).
- Reglamentación de la ordenanza provincial para el manejo de los páramos (Artículos 9 y 10). Se sugiere que este proceso incorpore el insumo técnico de este estudio, el cual deberá ser debatido a nivel provincial para definir un escenario al cual las autoridades y sociedad civil en general se comprometen, tomando en cuenta la responsabilidad que ello conlleva.



Hombres y mujeres de varias comunidades de Chimborazo.

Ursula Groten



BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA-SOLÍS, M. 1984. Los páramos andinos del Ecuador. Publicaciones Científicas M.A.S. Quito.
- ACOTECNIC. 2006. Proyecto Hidroeléctrico Mazar. Estudios de Impacto Ambiental Definitivos (EIAD). Informe Final. HIDROPAUTE. CONSORCIO GERENCIA MAZAR. Cuenca.
- ALBÁN, M. y M. ARGÜELLO. 2004. Un análisis de los impactos sociales y económicos de los proyectos de fijación de carbono en el Ecuador: El caso de PROFORFACE. EcoCiencia, IIED. Quito.
- ARDRON, J. A., H.P. POSSINGHAM y C.J. KLEIN (Eds.). 2008. Guía para las buenas prácticas de Marxan. Asociación para la Investigación y Análisis Marino del Pacífico. Vancouver.
- BARRERA, V., E. CRUZ, J. ALWANG, L. ESCUDERO, C. MONAR, H. FIERRO y N. MONAR. 2010. Experiencia de la implementación de las mejores prácticas de manejo de recursos naturales en la subcuenca del Río Chimbo. En V. Barrera et al. (Eds.). Experiencias en el manejo integrado de recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, Ecuador. INIAP-SANREM CRSP-SENACYT. Editorial Abya-Yala, Quito, Ecuador.
- BEBBINGTON, A. y T. PERREAULT. 2001. Vidas rurales y accesos a recursos naturales. En A. Bebbington y V. Torres (Eds.). Capital social en los Andes. Comunidec/ AbyaYala. Quito.
- BELTRÁN, K. 2010a. Áreas prioritarias para conservación de páramos en la provincia de Chimborazo. EcoCiencia y Condesan. Quito.
- BELTRÁN, K. 2010b. Diagnóstico socioambiental de la provincia de Chimborazo. Documento no publicado. EcoCiencia. Quito.
- BELTRÁN, K., S. SALGADO, F. CUESTA, S. LEÓN-YÁNEZ, K. ROMOLEROUX, E. ORTIZ, A. CÁRDENAS y A. VELÁSTEGUI. 2009. Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador: Memoria técnica del mapa a escala 1:100.000. EcoCiencia/Proyecto Páramo Andino. Quito.
- BioAndes. 2009. Informe Final de Proyecto Recuperación de Suelos y Manejo de los Recursos Hídricos en Comunidades de la Zona BioCultural de la Federación de Organizaciones Indígenas de las Faldas del Chimborazo FO-CIFCH y en Comunidades de la Microcuenca del Río Chimborazo. Documento sin publicar. Programa BioAndes. EcoCiencia. ECOPAR. Quito.

- BUYTAERT, W., G WYSEURE, B. DE BIEVRE Y J. DECKERS. 2005. The effect of land-use changes on the hydrological behaviour of Histic Andosols in south Ecuador. *Hydrol. Process.* 19: 3985–3997.
- BUYTAERT, W., R. CÉLLERI, B. DE BIEVRE, F. CISNEROS, G. WYSEURE, J. DECKERS y R. HOFSTEDTE. 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews* 79: 53-72.
- CARPENTER, HA. MOONEY, J. AGARD, D. CAPISTRANO, R.S. DEFRIES, S. DÍAZ, T. DIETZ, A.K. DURAIAPPAH, A. OTENGYEBOAH, H.M. PEREIRA, C. PERRINGS, W.V. REID, J. SARUKHAN, R.J. SCHOLLES y A. WHITE. 2009. Science for managing ecosystem services: beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 106:1305-12.
- CASTRO, M. 2011. Plan de Inversiones para la gestión sustentable del ecosistema páramo según la propuesta de Prioridades de Conservación de los Páramos de la Provincia de Chimborazo. Documento sin publicar. EcoCiencia. Quito.
- CÉLLERI, R. 2010a. Estado del conocimiento técnico-científico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes. En: Quintero, M. (ed.). *Servicios ambientales hidrológicos en la región andina. Estado del conocimiento, la acción y la política para asegurar la provisión mediante esquemas de pago por servicios ambientales. Serie Panorama Andino 1.* IEP-CONDESAN. Lima.
- CÉLLERI, R. 2010b. Identificación de las áreas prioritarias para la conservación de los ecosistemas de páramo en la provincia de Chimborazo, Ecuador - Componente Hidrológico. Documento sin publicar. GADPCH/CIP-CONDESAN/EcoCiencia. Quito.
- COMER, P., D. FABER-LANGENDOEN, R. EVANS, S. GAWLER., C. JOSSE, G. KITTEL, S. MENARD, M. PYNE, M. REID, K. SCHULZ, K. SNOW y J. TEAGUE. 2003. *Ecological Systems of the United States: A Working Classification of U.S. Terrestrial Systems.* Washington.
- COMUNIDEC. 2008. El presupuesto participativo del Gobierno provincial de Chimborazo. Un aprendizaje para la democracia. Quito.
- COPPUS, R., L. ENDARA, M. NONHEBEL, V. MERA, SUSANA LEÓN-YÁNEZ, P. MENA VÁS-CONEZ, J. WOLF Y R. HOFSTEDTE. 2001. El estado de salud de algunos páramos en el Ecuador: una metodología de campo. En: P. Mena Vásconez, G. Medina y R. Hofstede (Eds.). *Los Páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas.* Proyecto Páramo/ Abye-Yala. Quito.
- CORTÉS, A. y D.P. FRANZMEIER. 1972. Weathering of the primary minerals in volcanic ash-derived soils of the Central Cordillera of Columbia. *Geoderma* 8: 165-176.



- HOFSTEDE, R. J. LIPS, W. LONGSMA Y Y. SEVINK. 1998. Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador. Revisión de Literatura. Abya Yala. pp. 11-242.
- HOFSTEDE, R. 1995. Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem. Dissertation for PhD degree. University of Amsterdam. Amsterdam.
- HOFSTEDE, R. 2001. El Impacto de las Actividades Humanas en el Páramo. En: P. Mena Vásconez, G. Medina y R. Hofstede (Eds.). Los Páramos del Ecuador: Particularidades, Problemas y Perspectivas. AbyaYala/Proyecto Páramo. Quito.
- HOFSTEDE, R., P. SEGARRA y P. MENA VÁSCONEZ (Eds.) 2003. Los páramos del Mundo. Global Peatland Initiative/NL-IUCN/EcoCiencia. Quito.
- HOFSTEDE, R., R. COPPUS, P. MENA, P. SEGARRA, J. WOOLF. y J. SEVINK. 2002. El Estado de Conservación de los Páramos de Pajonal en el Ecuador. *Ecotropicos* 15: 3-18.
- INEC. 2002. III Censo agropecuario, resultados provinciales y cantonales de Chimborazo. Proyecto SICA, INEC y Ministerios de Agricultura y Ganadería. Quito.
- INEC. 2008. Las condiciones de vida de los Ecuatorianos. Resultado de la encuesta de condiciones de vida. Quinta Ronda. INEC. Quito.
- INEC. 2010. Resultados Preliminares por provincia: Chimborazo. Disponible en http://www.inec.gob.ec/preliminares/base_presentacion.htm (Accesado 16 de marzo del 2011).
- JOSSE, C., F. CUESTA, G. NAVARRO, V. BARRENA, E. CABREIRA, E. CHACÓN-MORENO, W. FERREIRA, M. PERALVO, J. SAITO y A. TOVAR. 2009. Ecosistemas de los Andes del Norte y Centrales. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, Lima, Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. Lima.
- KEATING 1999. Changes in paramo vegetation along an elevation gradient in Southern Ecuador. *Journal of the Torrey Botanical Society*, Vol. 126, No. 2. pp. 159-175.
- KOROVKIN, T. 1997. Indigenous Peasant Struggles and the Capitalist Modernization of Agriculture: Chimborazo, 1964-1991. *Latin American Perspectives* 24 (3): 25-49
- LEÓN, M. 2002. Desarrollo humano y desigualdad en el Ecuador. Secretaría Técnica del Frente Social. SIISE - Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador. *REVISTA GESTIÓN* 102.

- LEÓN-YÁNEZ, S. 2000. La flora de los páramos ecuatorianos. Serie Páramo 7.
- LUTEYN, J. L. 1999. Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 84.
- MAE. 2005. Análisis de las necesidades de financiamiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- MAE 2010. Proyecto Socio Bosque: Resultados acumulados 2008-2009. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- MARGULES, C.R. y R.L. PRESSEY. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- MARTÍNEZ, C. 2009. Portafolio de Conservación en los Andes Ecuatorianos. Manuscrito sin publicar. Quito.
- MENA. P. Y H. BALSLEV. 1986. Comparación entre la vegetación de los páramos y el cinturón afroalpino. *Reports from the Botanical Institute, University of Aarhus* 12:1-54.
- MENA-VÁSCONEZ, P. 2001. La Biodiversidad de los páramos en el Ecuador. En: P. Mena Vásconez, G. Medina y R. Hofstede (Eds.). *Los Páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas*. Proyecto Páramo/Abya-Yala. Quito.
- MOLANO, J. 2002. El páramo: producción social del espacio en las altas montañas ecuatoriales. Primer Congreso Mundial de Páramo. Bogotá.
- MURADIAN, R., CORBERA, E., PASCUAL, U., KOSOY, N. y MAY, P. H. 2010. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics* 69: 1202-1208.
- NATURESERVE. 2008. Ecological-Systems Data [Online]. <http://www.natureserve.org/infonatura/ecol_data.htm>. [Accesado 22 diciembre 2009].
- PERALVO, M y J. DELGADO. 2010. Protocolo metodológico para la generación de la línea base de deforestación histórica en el Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente, Socio Bosque, Condesan. Quito.
- PODWOJEWSKI, P., J. POULENARD, T. ZAMBRANA Y R. HOFSTEDE. 2002. Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador). *Soil Use and Management* (2002) 18: 45-55.
- POULENARD, J., P. PODWOJEWSKI Y A.J. HERBILLON. 2003. Characteristics of non allophanic Andisols with hydric properties from the Ecuadorian páramos. *Geoderma* 117: 267-281.

- POULENARD, J., P. PODWOJEWSKI, J.L. JANEAU y J. COLLINET, J., 2001. Runoff and soil erosion under rainfall simulation of andisols from the Ecuadorian páramo: effect of tillage and burning. *Catena* 45: 185–207.
- PRESSEY, R. L. 1995. Conservation reserves in New South Wales: crown jewels or leftovers? *Search* 26: 47–51.
- PRESSEY, R.L., H.P. POSSINGHAM y C.R. MARGULES. 1996. Optimality in reserve selection algorithms: when does it matter and how much? *Biological Conservation* 76: 259–267.
- RAMON G. 1995. "La construcción de un Proyecto de Desarrollo Regional, Equitativo, Democrático, Pluriétnico y Sustentable en Chimborazo". COMUNIDEC. Quito.
- RAMÓN, G. 1993. El regreso de los runas. La potencialidad del proyecto indio en el Ecuador contemporáneo. Comunidec / Fundación Interamericana. Quito.
- RAMSAY, P. M. 1992. The páramo vegetation of Ecuador: the community ecology, dynamics and productivity of tropical grasslands in the Andes. Dissertation for PhD degree. University of Wales. Bangor.
- RAMSAY, P. M. y E.R.B. OXLEY. 1996. Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass páramo. *Vegetatio* 124: 129–144.
- ROJAS, S. 2010. Informe técnico del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo. EcoCiencia, CONDESAN. Quito.
- SÁENZ, M. 2005. Modelo de accesibilidad del Ecuador Continental. EcoCiencia. Quito.
- SALGADO, S. y D. CÁRATE. 2010a. Caracterización de la composición y estructura de la vegetación para la provincia de Chimborazo. Documento no publicado. GADPCH/EcoCiencia/CONDESAN. Quito.
- SALGADO, S. y D. CÁRATE. 2010b. Estado de conservación del páramo de pajonal de la provincia de Chimborazo. Documento no publicado. GCPC/EcoCiencia/CONDESAN. Quito.
- SHOUTIS, D. 2003. SPOT: La Herramienta de Optimización del Portafolio Espacial. The Nature Conservancy. Washington.
- SKLENÁŘ, P., J.L. LUTEYN, C. ULLOA, P.M. JØRGENSEN y M.O. DILLON. 2005. Flora Genérica de los Páramos. Guía Ilustrada de las Plantas Vasculares. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 92: 3–499.
- SMITH, J. M. B. 1975. Notes on the distribution of herbaceous angiosperm species in the mountains of New Guinea. *Journal of Biogeography* 2: 87–101.
- SUÁREZ, E. 2009. Foro electrónico: Mejores prácticas en los páramos andinos: contexto y ordenamiento territorial. Comentarios finales. Proyecto Páramo Andino. CONDESAN. Lima.



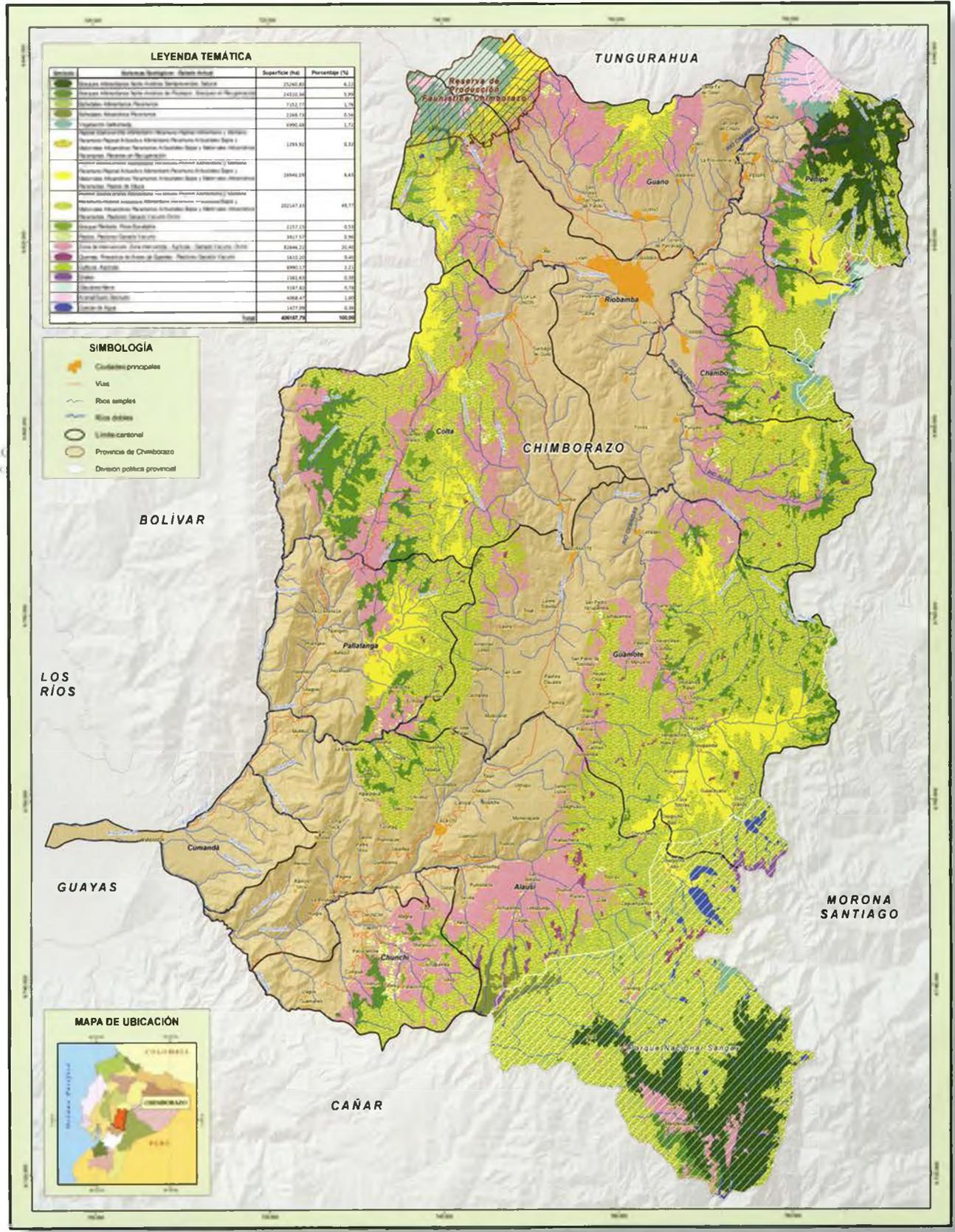
- TORRES, V.H. 2001. ¿Los municipios son agentes del cambio social? Reflexiones en torno al capital social y el desarrollo local en Ecuador. En capital social en los Andes. Bebbington, A y V. Torres (Eds.). Comunidec/Abya-Yala. Quito.
- VALENCIA, R., N. PITMAN, S. LEÓN-YÁNEZ y P.M. JØRGENSEN. 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA/Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- VAN DER HAMMEN, T. y A. CLEEF. 1986. Development of the high Andean páramo flora and vegetation. En: VUILLEUMIER, F. y MONASTERIO, M. (Eds.) High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press. Nueva York/Oxford.
- VARGAS, O y P. VELASCO. 2010. Reviviendo nuestros páramos: restauración de páramos. Taller regional para la población paramera. Proyecto Páramo Andino. Documento no publicado. Quito.
- VARGAS, O., PREMAUER, J.y C. CÁRDENAS. 2002. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un páramo húmedo en Colombia. ECOTROPICOS 15(1):35-50
- VERWEIJ, P. A. 1995. Spatial and temporal modelling of vegetation patterns. Burning and grazing in the paramo of Los Nevados National Park, Colombia. Dissertation for PhD degree. University of Amsterdam/ITC. Amsterdam.
- VERWEIJ, P. A. y P.E. BUDDE. 1992. Burning and grazing gradients in páramo vegetation: Initial ordination analyses. En: H. Balslev y J.L. Luteyn (Eds.) Páramo: An Andean ecosystem under human influence. Academic Press. Londres.
- WALSH PD, Y DM. LAWLER. 1981. Rainfall seasonality: description, spatial patterns and change through time. Weather 36: 201-208.
- WOOD, D. 1971. The adaptive significance of a wide altitudinal range for montane species. Trans. Bot. Soc. Edinb. 41: 119-124.





ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo para la caracterización de composición, estructura de la vegetación y análisis de la necromasa



Anexo 2. Ubicación de los sitios donde se realizaron los inventarios del estudio para la caracterización vegetal

Cordillera	Sector	Parroquia	Cantón
Cordillera Occidental	Ambrosio Laso	Cañi	Colta
		Licto	Riobamba
		Punín	Riobamba
		Santiago	San Miguel
	San Andrés	San Juan	Riobamba
	Llinllín Shobol	Columbe	Colta
Cordillera Oriental	El Altar	La Candelaria	Penipe
		Quimiag	Riobamba
	Atillo	Cebadas	Guamote
	Gualiñag	Cebadas	Guamote
	Guarguallá	Cebadas	Guamote

Anexo 3. Ubicación de los sitios donde se realizaron inventarios para el estudio de degradación del páramo de pajonal

Sitio	Transecto	Cluster	Coordenadas		Unidad Fisiográfica
			ESTE	NORTE	
Saguin. Tauri. Campus	1	4	738518.58	9808737.77	Páramos Centrales de la Cordillera Oriental Ecuatoriana
Chaulabamba	2	2	740248.79	9738896.75	Páramos del Sur de la Cordillera Oriental
Caupilloaningri	3	3	746295.28	9751454.47	
Guancapullaguchi (Vía Achupallas-Totoras)	4	3	749968.1	9747853.75	
(Vía Achupallas-Totoras)	5	3	750646.54	9746838.68	
Santa Rosa de Chicho	6	3	756458.74	9747413.29	
Santa Rosa Alto (fin de camino)	7	2	756609.73	9745200.58	
Vía Santa Rosa-Totoras (Ozogoche)	8	3	757821.58	9749101.19	
S/N	9	4	759185.96	9751741.71	
	10	4	759681.1	9752078.94	
Shiniguayay	11	4	761881.65	9755640.06	
	12	4	761819.82	9755640.16	
Páramo de Navag (Vía a Guayaquil-Pallatanga)	13	4	743925.6	9805443.9	Páramos Centrales de la Cordillera Oriental Ecuatoriana
Vía Ambrosio Laso	14	4	732275.13	9739001.11	
	15	1	737868.94	9808431.25	
	16	2	736788.2	9809692.18	
San Jorge de Segla	17	2	736154	764094.00	
	18	2	735989.62	9764282.00	
	19	2	745049.12	9814476.1	
Vía Antigua a Guaranda (San Juan)	20	1	741096.08	9818843.53	
	21	1	740972.53	9818966.57	
	22	4	740972.57	9818997.29	
Vía Jubal - Pomacocho	23	2	759657.82	9737882.04	Páramos del Sur de la Cordillera Oriental
	24	2	759719.44	9737759.02	
	25	4	759750.5	9737820.42	
Vía a Jubal	26	1	759909.29	9740370.69	
	27	1	759909.44	9740462.88	
	28	3	760033.13	9740493.40	
Complejo Lacustre Ozogoche	29	4	766169.79	9750101.71	
	30	4	765612.93	9749856.78	
Lillie	31	1	765757.67	9763009.18	
	32	1	765695.88	9763040.01	
	33	1	765634.05	9763040.11	
	34	1	765634.05	9763040.11	
	35	2	765510.24	9762948.11	
	36	2	765571.93	9762855.82	
Laderas de Chimborazo	37	1	45033300	9839942.93	Páramos Centrales de la Cordillera Oriental Ecuatoriana
	38	1	750363.99	9840004.36	
	39	4	750333.10	9840035.12	
Faldas de Chimborazo camino a Tambohuasha	40	4	745995.22	9831620.36	
	41	2	745995.25	9831651.08	
	42	4	746026.08	9831558.87	
Tambohuasha	43	4	746269.80	9828025.08	
	44	2	746269.77	9827994.36	
	45	2	746269.83	9828055.81	

ANEXO 4. REGISTRO DE ESPECIES BOTÁNICAS RECOLECTADAS EN LOS SITIOS DE INVENTARIOS DEL ESTUDIO PARA LA CARACTERIZACIÓN VEGETAL

Especies de Pajonal

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guarguallá			Llínllir	
	3.500 - 4.000 (Int)	3.500 - 4.000 (Sin int)	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000 4.500	3.000 - 3.500	3.500 - 4.000	3.500 - 4.000 4.500	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000 4.500	3.500 - 4.000 4.500	3.500 - 4.000 4.500	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000
<i>Acaena ovalifolia</i>									19,50	1,00	16,33	6,33	3,50		
<i>Achyrocline alata</i>					2,67		2,00								
<i>Achyrocline cf. alata</i>		2,00		5,50					12,33	15,00					
<i>Aetheolaena involucrata</i>											2,33	4,00	5,00		
<i>Aetheolaena lingulata</i>					3,00										
<i>Ageratina sp.1</i>									5,50				1,00		
<i>Agrostis breviculmis</i>	2,00					26,67									
<i>Agrostis cf. foliata</i>				9,00											8,00
<i>Agrostis cf. haenkeana</i>								70,33							
<i>Agrostis cf. perennans</i>					67,50	56,33									1,00
<i>Agrostis foliata</i>	15,00			30,00	23,50		2,00	1,50	1,00		7,00	71,00			
<i>Alstensteinia aff. virescens</i>															6,33
<i>Anthoxanthum odoratum</i>					60,67									85,67	74,50
<i>Aphanactis cf. jamesoniana</i>	5,00	1,00		1,00											
<i>Aphanactis jamesoniana</i>				6,00					1,00		2,50			12,00	9,00
<i>Arenaria cf. parvifolia</i>														2,00	
<i>Asplenium cf. sessilifolium</i>										1,00					
<i>Asteraceae sp.</i>				18,00	2,00		3,50		2,00						
<i>Azorella aretioides</i>	1,00		1,00			1,00	1,00		17,00						3,00

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guarguallá		Llinllin			
	3.500 - 4.000 (Int)	3.500 - 4.000 (Sin int)	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.000 - 3.500	3.500 - 4.000	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000 (Int.)	3.500 - 4.000 (Sin int.)	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500
<i>Azorella cf. multifida</i>								10,33								
<i>Azorella corymbosa</i>			14,67				5,50									
<i>Azorella crenata</i>	7,00	4,50												1,00		
<i>Azorella multifida</i>	10,00	10,67	18,00	11,00		15,00	3,00		8,00		5,00				14,83	35,50
<i>Baccharis alatemoides</i>								1,00								
<i>Baccharis arbutifolia</i>												12,00		2,67		
<i>Baccharis caespitosa</i>						3,00										
<i>Baccharis cf. arbutifolia</i>							1,00		1,50							
<i>Baccharis cf. tricuneata</i>						1,00	2,33									
<i>Baccharis genistelloides</i>	3,00	3,00				6,00	1,00			1,00					2,33	
<i>Baccharis macrantha</i>		1,00	1,00													
<i>Baccharis tricuneata</i>															1,00	
<i>Bartsia cf. laticrenata</i>						1,33	3,50									
<i>Bartsia cf. orthocarpiflora</i>															2,67	
<i>Bartsia laticrenata</i>				5,50						1,00	13,00				13,00	2,00
<i>Bartsia orthocarpiflora</i>										4,00						
<i>Bartsia sp.</i>		2,50														
<i>Bartsia sp. 1</i>		4,00														

Especie	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000
	4.000 (Int.)	4.000 (Sin int.)	4.500	4.000	4.500	3.500	4.000	4.000	4.500	4.000	4.500	4.000 (Int.)	4.000 (Sin int.)	4.500	4.000	4.500
<i>Bryophyta</i> sp. 1												12,50	22,25	12,33		
<i>Bryophyta</i> sp. 10												23,33	45,67	17,00		
<i>Bryophyta</i> sp. 2												5,67	18,00	1,00		
<i>Bryophyta</i> sp. 3														8,00		
<i>Bryophyta</i> sp. 4	6,00	28,33	9,00	7,67	20,33	20,25	22,33	7,33	15,00	19,67	11,50	14,00	10,00	27,67	5,00	16,67
<i>Bryophyta</i> sp. 5		1,50	2,00		10,67	10,67	5,00					3,00	1,00		2,00	5,00
<i>Bryophyta</i> sp. 6	1,00	10,00	2,00	11,00	3,50	1,00	2,00							3,33	1,50	3,00
<i>Bryophyta</i> sp. 7	4,50		1,00	18,00		1,00			3,00				2,00		1,50	2,00
<i>Bryophyta</i> sp. 8	1,00												4,00			2,00
<i>Bryophyta</i> sp. 9	3,00											4,33	3,00	4,75		
<i>Buddleja</i> cf. <i>pichinchensis</i>										7,00	1,00	2,00	7,00			
<i>Calamagrostis</i> cf. <i>planifolia</i>												1,00	49,00			
<i>Calamagrostis</i> <i>intermedia</i>		74,67	52,33													
<i>Calamagrostis</i> <i>rigida</i>						34,50							72,67			
<i>Calamagrostis</i> cf. <i>ligulata</i>														66,67		
<i>Calceolaria</i> <i>ericoides</i>															1,00	
<i>Callitriche</i> <i>heterophylla</i>	1,00												4,00			
<i>Cardamine</i> <i>bonariensis</i>	1,00	1,00								5,00		17,00	13,67			
<i>Cardamine</i> cf. <i>bonariensis</i>						1,00										
<i>Carex</i> <i>bonplandii</i>						5,00										
<i>Carex</i> <i>brachycalama</i>	38,00															
<i>Carex</i> <i>muricata</i>			1,00			2,00	56,67									
<i>Carex</i> <i>pichinchensis</i>			18,00								1,00	4,00	5,00	3,50		
<i>Carex</i> <i>pygmaea</i>							5,50								10,00	19,50
<i>Castilleja</i> <i>fissifolia</i>	1,00	1,33	18,67				2,00		1,50	5,50					10,00	

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guarguallá		Llinllin			
	3.500 4.000 (Int)	3.500 4.000 (Sin int)	4.000 4.500	3.500 4.000	4.000 4.500	3.000 3.500	3.500 4.000	3.500 4.000	4.000 4.500	3.500 4.000	4.000 4.500	3.500 4.000 (Int.)	3.500 4.000 (Sin int.)	4.000 4.500	3.500 4.000	
<i>Castilleja nubigena</i>									2,67						3,67	
<i>Cerastium candicans</i>				3,00											2,00	
<i>Cerastium cf. danguyii</i>						1,00										
<i>Cerastium cf. mollissimum</i>											2,00			2,50		
<i>Cerastium floccosum</i>										10,00						
<i>Cerastium mollissimum</i>				5,33	15,75						8,00					
<i>Cerastium sp. 1</i>									7,00					6,00		
cf. <i>Calamagrostis</i>	60,67															
cf. <i>Cerastium</i>				3,00												
cf. <i>Cyperus</i>				3,00	3,00											
cf. <i>Gamochoeta</i>						2,00										
cf. <i>Muehlebeckia</i>									5,33							
cf. <i>Poa pauciflora</i>		12,33	5,33								74,33				10,75	
cf. <i>Rumex</i>										2,00						
cf. <i>Senecio</i>	2,00	1,00														
cf. <i>Stachys</i>	2,00															
cf. <i>Vicia</i>						2,50										
<i>Chrysactinium acaule</i>						1,00										
<i>Chuquiraga jussieui</i>			20,00	14,50												
<i>Clinopodium nubigenum</i>	3,00	6,50	1,00	1,00	2,00		1,00	6,67	5,50		2,00					
<i>Cortaderia sp.</i>										64,00	3,00					
<i>Cotula mexicana</i>	15,33	1,50		3,00	14,3					12,00	17,33	15,67	8,00	15,3	5,50	6,00

Especie	Altar		Ambrosio Laso			Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guargullá			Llínllin	
	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.0
	4.000 (Int)	4.000 (Sin int)	4.500	4.000	4.500	3.500	4.000	4.000	4.500	4.000	4.500	4.000 (Int.)	4.000 (Sin int.)	4.500	4.000	4.5
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>				1,00												
<i>Cynanchum sp. 1</i>										1,00						
<i>Cystopteris fragilis</i>												9,33	4,33	3,00		
<i>Daucus montanus</i>		3,00		7,50	2,67			2,00	2,33							
<i>Dichondra cf. microcalyx</i>															3,00	
<i>Diplostephium ericoides</i>	2,50	5,67														
<i>Diplostephium rupestre</i>					18,00	10,00	1,00									
<i>Disterigma empetrifolium</i>	8,00	7,00		2,00		2,33	13,0									
<i>Dorobaea pimpinellifolia</i>	1,00	4,00		12,00		1,50	2,50								1,50	
<i>Elaphoglossum cf. mathewsii</i>										3,00			3,00			
<i>Elaphoglossum mathewsii</i>	1,00	11,67														
<i>Elaphoglossum sp. 1</i>						1,00										
<i>Elaphoglossum sp. 2</i>							1,50									
<i>Elymus cordilleranus</i>								1,00							35,50	
<i>Epilobium denticulatum</i>			2,00													
<i>Equisetum bogotense</i>	1,00	8,00		3,00						5,33			26,00			
<i>Erigeron cf. ecuadoriensis</i>															2,00	
<i>Erigeron ecuadoriensis</i>		7,33						3,00		5,33						
<i>Eryngium humile</i>	9,00	7,00	1,00	5,00	2,00			15,00	10,33		4,00				1,00	27,00
<i>Escallonia myrtilloides</i>										1,00	1,00					
<i>Festuca cf. glumosa</i>											7,00					

Especie	Altar		Ambrosio Laso			Atillo		Chimborazo		Gualañag		Guarguallá			Llínllín	
	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000
	4.000 (Int)	4.000 (Sin int)										4.000 (Int.)	4.000 (Sin int.)			
<i>Festuca cf. procera</i>				66,3						83,6						
<i>Festuca procera</i>								53,3								
<i>Galium cf. hypocarpium</i>											15,0					
<i>Galium cf. pseudotrifolium</i>				17,0												
<i>Galium corymbosum</i>								2,50								
<i>Galium hypocarpium</i>	1,00	3,00										2,00				12,0
<i>Galium pseudotrifolium</i>										8,67					4,67	
<i>Gamochaeta americana</i>	9,50	3,50														
<i>Gamochaeta cf. purpurea</i>				3,33	2,00						6,00	10,33	4,00			
<i>Gamochaeta cf. americana</i>															17,33	
<i>Gamochaeta sp. 1</i>						3,00	22,3		3,00							6,00
<i>Gamochaeta sp. 2</i>															4,75	
<i>Gentiana sedifolia</i>	2,00		8,67			1,33	3,67	1,67			18,3					6,00
<i>Gentianella cerastioides</i>								6,00	3,33							
<i>Gentianella cernua</i>			21,00													
<i>Gentianella cf. foliosa</i>					9,00											
<i>Gentianella limoselloides</i>																1,00
<i>Gentianella rapunculoides</i>						1,00	2,50									
<i>Geranium cf. diffusum</i>															9,67	
<i>Geranium cf. kunthiana</i>												36,00				
<i>Geranium cf. reptans</i>						10,0							22,50			

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo			Gualañag		Guarguallá		Linlín			
	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	
	4.000 (Int)	4.000 (Sin int)	4.500	4.000	4.500	3.500	4.000	4.000	4.500	4.000	4.500	4.000 (Int.)	4.000 (Sin int.)	4.500	4.000	4.500	
<i>Geranium diffusum</i>				37,00				23,6	3,33	34,3							
<i>Geranium maniculatum</i>				5,00	2,00												
<i>Geranium multipartitum</i>	2,00						1,00	1,00	14,6		1,00						
<i>Geranium reptans</i>	4,00	11,33	13,67	15,50	23,3	15,0	4,00	3,00						44,0		8,25	
<i>Geranium sibbaldioides</i> <i>subsp. sibbaldioides</i>	2,67	3,50						3,67	2,50							15,5	
<i>Geum peruvianum</i>																2,25	
<i>Gnaphalium cf.</i> <i>dombeyanum</i>																8,00	6,00
<i>Gunnera magellanica</i>	4,00	16,00	31,67				4,00			39,0	60,0	54,50	47,50	72,0			
<i>Gynoxys buxifolia</i>						1,50											
<i>Gynoxys cf. miniphylla</i>					1,00												
<i>Gynoxys cf. sodiroi</i>	5,00	3,33								4,67							
<i>Gynoxys miniphylla</i>	2,00	6,33															
<i>Gynoxys sp. 2</i>			5,00														
<i>Halenia sp. 1</i>		5,00															
<i>Halenia weddelliana</i>	3,00	5,00			1,00	10,0	2,00	3,00	3,50		5,50				10,0	4,20	
<i>Hieracium cf. frigidum</i>										10,6							
<i>Hieracium frigidum</i>		7,00		8,50	12,6	2,50	1,00								8,67	10,3	
<i>Hieracium sp.</i>									4,00								
<i>Holcus lanatus</i>								1,00								2,00	
<i>Huperzia sp.</i>						2,99											
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	3,00	5,00											4,00			1,00	
<i>Hypericum aciculare</i>		10,00															

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo	Chimborazo		Gualiñag		Guarguallá			Llinllín			
	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.500	3.500	4.000	4.000	
	4.000 (Int)	4.000 (Sin int)	4.500	4.000	4.500	3.500	4.000	4.000	4.500	4.000	4.500	4.000 (Int.)	4.000 (Sin int.)	4.500	4.000	4.500
<i>Lachemilla nivalis</i>					3,00											
<i>Lachemilla orbiculata</i>	62,00	10,33	24,00			16,3		12,3	20,0	8,67	48,3	60,75		35,3	25,1	42,50
<i>Lachemilla vulcanica</i>			2,00	11,33	20,0	1,50	2,80	28,0				3,00			6,00	
<i>Lasiocephalus ovatus</i>			22,00													
<i>Lathyrus magellanicus</i>										14,5						
<i>Lepidium abrotanifolium</i>											1,00					
<i>Lobelia tenera</i>										1,00	3,00				5,50	
<i>Lupinus cf. lespedezoides</i>						2,50	1,00					9,00			5,33	4,67
<i>Lupinus microphyllus</i>									4,00							2,50
<i>Lupinus pubescens</i>	1,00		21,67	2,00							1,33					
<i>Lupinus sp. 1</i>								1,00							3,00	
<i>Luzula gigantea</i>		1,50											2,50	2,50		
<i>Lycopodium cf. clavatum</i>	2,50	5,67														
<i>Lycopodium clavatum</i>		4,67								2,00						
<i>Margyricarpus pinnatus</i>								1,00	5,00							
<i>Medicago lupulina</i>						3,50										
<i>Miconia salicifolia</i>							6,00									
<i>Monnina cf. crassifolia</i>										1,50						
<i>Monnina crassifolia</i>		1,33				2,00										
<i>Monnina hirta</i>															3,00	
<i>Monticalia arbutifolia</i>	2,00	8,00	14,33								2,00	2,00				

LOS PASAJOS DE CHIMBORAZO

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guarguallá		Llinllín		
	3.500 4.000 (Int)	3.500 4.000 (Sin int)	4.000 4.500	3.500 4.000	4.000 4.500	3.000 3.500	3.500 4.000	3.500 4.000	4.000 4.500	3.500 4.000	4.000 4.500	3.500 4.000 (Int.)	3.500 4.000 (Sin int.)	4.000 4.500	3.500 4.000
<i>Hypericum lancioides</i>				2,00											
<i>Hypericum quitense</i>						2,80									
<i>Hypericum</i> sp.						3,00									
<i>Hypochaeris</i> cf. <i>sessiliflora</i>	6,33														
<i>Hypochaeris</i> cf. <i>taraxacoides</i>										2,00					
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>		3,50	11,75	1,00	1,00	1,00	5,50	10,0	12,2	5,50				20,00	15,0
<i>Hypochaeris</i> sp.		1,00		3,00	1,00										
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>															9,33
Indeterminada			1,00				4,00								
<i>Isolepis inundata</i>	2,00														
<i>Jamesonia goudotii</i>	1,50	1,00													
<i>Lachemilla andina</i>								27,6		24,0	7,33				17,3
<i>Lachemilla aphanoides</i>														29,00	
<i>Lachemilla</i> cf. <i>fulvescens</i>												13,00	5,00		
<i>Lachemilla</i> cf. <i>holosericea</i>												3,00	3,50		
<i>Lachemilla</i> cf. <i>mandoniana</i>												12,33			
<i>Lachemilla</i> cf. <i>rupestris</i>							3,80								
<i>Lachemilla hirta</i>		6,67									29,3			1,00	
<i>Lachemilla hispidula</i>							4,25								
<i>Lachemilla jamesonii</i>	3,00								36,0						
<i>Lachemilla mandoniana</i>	1,67	3,00		32,0	35,5		12,0				3,00			16,3	

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guargullá		Llinllín		
	3.500 4.000 (Int)	3.500 4.000 (Sin int)	4.000 4.500	3.500 4.000	4.000 4.500	3.000 3.500	3.500 4.000	3.500 4.000	4.000 4.500	3.500 4.000	4.000 4.500	3.500 4.000 (Int.)	3.500 4.000 (Sin int.)	4.000 4.500	3.500 4.000
<i>Monticalia peruviana</i>		3,00	17,00									11,00	8,33	5,00	2,00
<i>Monticalia sp. 1</i>				2,00						3,40					
<i>Morella parvifolia</i>				3,00					1,00						
<i>Muehlenbeckia vulcanica</i>									16,0		3,00	18,00			
<i>Nertera granadensis</i>	11,00	7,00		4,00	2,33	1,00	3,00		3,00	4,67	3,00	2,33	6,00	6,25	8,00
<i>Neurolepis cf. aristata</i>												11,00			
<i>Neurolepis sp. 1</i>						1,00									
<i>Niphogeton dissecta</i>	2,00		23,67			2,50	1,50	11,0			19,3		1,00		2,33
<i>Oenothera epilobiifolia</i>														1,00	
<i>Oreomyrthis andicola</i>														4,00	1,50
<i>Oritrophium peruvianum</i>	1,00	7,00	1,00			1,00		2,00							1,00
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>														7,67	
<i>Oxalis corniculata</i>								4,00							11,2
<i>Oxalis integra</i>						4,00				14,3	1,00				
<i>Paspalum bonplandianum</i>	38,67	12,17		40,00		50,6		1,00						41,0	
<i>Peperomia hispidula</i>		2,50													
<i>Perezia multiflora</i>								5,00							
<i>Pernettya prostrata</i>	3,50	9,25	9,00			1,00	7,20	1,00	10,0	10,7	3,00		1,00		
<i>Plagiobothrys linifolius</i>												10,00	14,33		
<i>Plagiocheilus peduncularis</i>				6,00	11,0									4,67	2,00

Especie	Altar			Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualañag		Guarguallá			Llinllin	
	3.500 - 4.000 (Int)	3.500 - 4.000 (Sin int)	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.000 - 3.500	3.500 - 4.000	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000 (Int.)	3.500 - 4.000 (Sin int.)	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500
<i>Plagiocheilus</i> sp. 1											1,00					
<i>Plantago australis</i>	6,67	6,75			1,00	7,00	4,75	1,00		4,67			3,00		21,3	1,00
<i>Plantago linearis</i>									2,25	14,0						10,0
<i>Plantago major</i>						4,50										
<i>Plantago rigida</i>				5,67		8,50				4,00						
<i>Plantago tubulosa</i>	1,00															
<i>Poa annua</i>	3,00											9,33	1,00			
<i>Poaceae</i> sp. 1											3,00			16,3		
<i>Poaceae</i> sp. 2												15,67				
<i>Polystichum orbiculatum</i>			4,00							19,0	2,50			4,00		
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	2,00															
<i>Ranunculus geranioides</i>															2,00	
<i>Ranunculus peruvianus</i>		8,33		3,00	4,00	3,00	2,25					5,00				11,0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	5,80	6,75	2,50	3,00		3,00	1,00	10,0	4,33		21,0			4,00	7,00	
<i>Ranunculus</i> sp.						3,00										
<i>Rhynchospora dissitiflora</i>		30,00														
<i>Rhynchospora ruiziana</i>				30,00		5,50										
<i>Ribes andicola</i>			5,00							2,00						
<i>Ribes hirtum</i>		2,00										2,00	7,00			
<i>Rubus nubigenus</i>										1,00						
<i>Rumex acetosella</i>				6,67		2,00		32,3	4,00	8,33	12,6	3,00		1,00	18,3	8,00
<i>Senecio culcitioides</i>			11,00													

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guargualla		Llin Llin		
	3.500 - 4.000 (Int)	3.500 - 4.000 (Sin int)	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.000 - 3.500	3.500 - 4.000	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000 (Int.)	3.500 - 4.000 (Sin int.)	4.000 - 4.500	3.500 - 4.000
<i>Senecio pungens</i>															32,0
<i>Senecio rhozocephalus</i>			1,00												
<i>Senecio sp. 1</i>								9,00							
<i>Sibthorpia repens</i>	7,33	12,33			19,0	2,00	1,50	32,0	3,00	19,0		14,00	19,00	22,3	5,50 23,0
<i>Sisyrinchium cf. tinctorium</i>				3,00					1,00						
<i>Sisyrinchium chilense</i>						3,00	2,67								
<i>Sisyrinchium jamesonii</i>															3,00 1,00
<i>Sisyrinchium tinctorium</i>								1,00			3,00				
<i>Solanum columbianum</i>													1,00		
<i>Stachys cf. eriantha</i>															5,00
<i>Stachys elliptica</i>			7,25	3,50		1,00					1,00				
<i>Stellaria cf. serpyllifolia</i>	2,00	1,00						1,60		17,0		30,00	32,00	23,3	
<i>Stellaria serpyllifolia</i>				11,50	9,00	2,50					5,00				3,00
<i>Taraxacum officinale</i>				18,00				5,00		2,67	4,00				6,00 3,50
<i>Thelypteris sp1.</i>	1,00	2,75								2,50			10,33	3,00	12,0
<i>Trifolium repens</i>	4,00							2,00							24,6
<i>Trisetum spicatum</i>															14,0
<i>Urtica echinata</i>					9,33							3,00			
<i>Vaccinium floribundum</i>	1,50	5,00	2,00	36,67	3,50										4,33 1,00
<i>Valeriana cf. microphylla</i>									3,00						
<i>Valeriana microphylla</i>	3,50	16,00		3,00		1,33		1,00	3,50		2,50	3,00	11,67	2,00	4,50

Especie	Altar		Ambrosio Laso		Atillo		Chimborazo		Gualiñag		Guargualla		Llin Llin			
	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.000	3.500	3.500	4.000	3.500	4.000	3.500	3.500	4.000	4.000	
	4.000 (Int)	4.000 (Sin int)	4.500	4.000	4.500	3.500	4.000	4.000	4.500	4.000	4.500	4.000 (Int.)	4.000 (Sin int.)	4.500	4.000	4.500
<i>Valeriana plantaginea</i>			37,50													
<i>Valeriana rigida</i>	1,00		17,50					4,00	2,00							
<i>Veronica serpyllifolia</i>						1,00								5,00	1,00	
<i>Vicia andicola</i>				22,00				1,33		11,20	8,50				1,00	
<i>Vicia angustifolia</i>										10,00						
<i>Viola dombeyana</i>										1,00					8,50	
<i>Werneria nubigena</i>					2,50			18,00	3,00							
<i>Werneria pygmaea</i>											1,33					
<i>Xenophyllum humile</i>				7,00	4,50											
<i>Xenophyllum sp.</i>						5,50										
Agua												3,00	4,00			
Lodo													10,50			

Especies de bofedal

Especies	Altar	Ambrosio Laso	Atillo	Gualiñag	Guargualla	Llin Llin
	3.500-4.000	4.000-4.500	3.500-4.000	4.000-4.500	3.500-4.000	3.500-4.000
<i>Acaena ovalifolia</i>					3,00	
<i>Aetheolaena involucreta</i>					24,33	
<i>Agrostis breviculmis</i>	8,50					
<i>Agrostis cf. foliata</i>						1,50
<i>Agrostis foliata</i>				23,71	19,67	
Agua	45,00	15,25	24,00	27,00	43,33	21,67
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		25,50				10,00
Apiaceae sp.	1,67					
<i>Arenaria cf. lanuginosa</i>						1,00
Asteraceae sp.		46,00				2,00
<i>Azorella multifida</i>		23,00	0,00			
<i>Baccharis alaternoides</i>			1,00		2,00	
<i>Baccharis arbutifolia</i>					1,00	
<i>Baccharis latifolia</i>						1,00
<i>Bartsia cf. laticrenata</i>			1,00	2,33		
<i>Bartsia pedicularoides</i>		2,00				
<i>Bidens andicola</i>						3,00
Brassicaceae sp.				17,67		
<i>Bromus lanatus</i>						0,00
<i>Bryophyta sp. 1</i>					17,50	
<i>Bryophyta sp. 10</i>	14,33	8,33	36,20	19,50	13,00	1,50
<i>Bryophyta sp. 11</i>				25,00	4,00	
<i>Bryophyta sp. 12</i>					4,00	
<i>Bryophyta sp. 13</i>	1,00	4,00		5,00	21,33	
<i>Bryophyta sp. 2</i>					19,00	
<i>Bryophyta sp. 3</i>					11,00	
<i>Bryophyta sp. 4</i>					15,00	
<i>Bryophyta sp. 5</i>	2,67					
<i>Bryophyta sp. 6</i>			7,67			2,00
<i>Bryophyta sp. 7</i>			4,00			
<i>Bryophyta sp. 8</i>						11,00
<i>Bryophyta sp. 9</i>			6,50			

Especies de bofedal

Especies	Altar	Ambrosio Laso	Atillo	Gualiñag	Guargualla	Llin Llin
	3.500-4.000	4.000-4.500	3.500-4.000	4.000-4.500	3.500-4.000	3.500-4.000
<i>Calamagrostis recta</i>	3,00					
<i>Calceolaria lamiifolia</i>						2,00
<i>Caltha sagittata</i>	9,50			9,00		
<i>Cardamine bonariensis</i>				4,00	13,00	10,00
<i>Carex muricata</i>			25,00			
<i>Carex pichinchensis</i>	15,33				6,67	6,00
<i>Carex pygmaea</i>		26,33				
<i>Castilleja fissifolia</i>			5,00			
<i>Cerastium cf. mollissimum</i>				5,00		
<i>Cerastium glomeratum</i>				1,00		
cf. <i>Agrostis</i>					4,00	
cf. <i>Bulbostylis</i>	61,67					
cf. <i>Calamagrostis</i>					12,33	
cf. <i>Cortaderia</i>					14,00	
cf. <i>Cyperaceae</i>				39,00		
cf. <i>Paspalum bonplandianum</i>						19,67
cf. <i>Poa pauciflora</i>						10,00
<i>Chuquiraga jussieui</i>				1,00		
<i>Cotula cf. mexicana</i>			5,50			
<i>Cotula mexicana</i>	28,67	12,50		19,00	10,50	4,50
<i>Cuatrecasasiella isemii</i>		12,00		27,00		
<i>Disterigma empetrifolium</i>		8,00	8,00			
<i>Distichia acicularis</i>		12,67		5,00		
<i>Dorobea pimpinellifolia</i>					2,00	
<i>Draba confertifolia</i>		6,00				
<i>Epilobium denticulatum</i>				4,00		24,33
<i>Equisetum bogotense</i>			1,00		14,33	5,00
<i>Erigeron cf. ecuadoriensis</i>		11,00				
<i>Eriocaulon microcephalum</i>			1,50			
<i>Eryngium humile</i>				10,50		
<i>Gallum sp.</i>					5,00	3,50
<i>Gamochoeta cf. americana</i>					14,00	1,50
<i>Gamochoeta sp.1</i>	2,50					3,50
<i>Gamochoeta sp.2</i>						4,50
<i>Gentiana sedifolia</i>			4,00	18,67		

<i>Luzula gigantea</i>				16,33	5,00
<i>Marchantia</i> sp.			26,00		
<i>Miconia salicifolia</i>		1,00			
<i>Mintostachys</i> sp.	2,00			5,00	
<i>Monnina hirta</i>					1,00
<i>Monticalia arbutifolia</i>				6,00	
<i>Monticalia peruviana</i>				9,00	
<i>Nertera granadensis</i>	4,00	9,75	3,00	3,00	11,50
<i>Neurolepis</i> cf. <i>aristata</i>				5,00	
<i>Neurolepis</i> sp.		4,00			
<i>Niphogeton dissecta</i>	1,00			11,67	5,00
<i>Oritrophium</i> cf. <i>limnophilum</i>				5,00	
<i>Oritrophium</i> cf. <i>peruvianum</i>		13,50			
<i>Oritrophium limnophilum</i>		5,00	14,67		
<i>Oxalis phaeotricha</i>				2,00	
<i>Paspalum bonplandianum</i>					2,00
<i>Pernettya prostrata</i>		4,00		4,50	
<i>Plantago australis</i>		1,00			
<i>Plantago lanceolata</i>					5,67
<i>Plantago rigida</i>		4,00	7,50		
<i>Plantago tubulosa</i>	35,00				
<i>Poa</i> sp.		17,00		8,00	1,00
<i>Poaceae</i> sp. 1				7,00	18,00
<i>Poaceae</i> sp. 2			11,33		
<i>Polygonaceae</i> sp.	1,00			3,00	8,00
<i>Polypogon interruptus</i>					11,33
<i>Polystichum orbiculatum</i>				5,00	
<i>Puya</i> sp.		2,00			
<i>Ranunculus flagellifolius</i>	45,33			5,67	18,75
<i>Ranunculus geranioides</i>				9,50	
<i>Ranunculus peruvianus</i>		9,50			
<i>Ranunculus praemorsus</i>				13,33	
<i>Ribes hirtum</i>				1,00	
<i>Rumex acetosella</i>					2,50
<i>Rumex</i> cf. <i>tolimensis</i>				6,50	
<i>Senecio</i> cf. <i>tephrosioides</i>		7,67			
<i>Senecio chionogeton</i>		3,00			
<i>Sisyrinchium chilense</i>		1,00			15,67

<i>Luzula gigantea</i>					16,33	5,00
<i>Marchantia</i> sp.				26,00		
<i>Miconia salicifolia</i>			1,00			
<i>Mintostachys</i> sp.	2,00				5,00	
<i>Monnina hirta</i>						1,00
<i>Monticalia arbutifolia</i>					6,00	
<i>Monticalia peruviana</i>					9,00	
<i>Nertera granadensis</i>	4,00		9,75	3,00	3,00	11,50
<i>Neurolepis</i> cf. <i>aristata</i>					5,00	
<i>Neurolepis</i> sp.			4,00			
<i>Niphogeton dissecta</i>	1,00			11,67	5,00	
<i>Oritrophium</i> cf. <i>limnophilum</i>				5,00		
<i>Oritrophium</i> cf. <i>peruvianum</i>			13,50			
<i>Oritrophium limnophilum</i>		5,00	14,67			
<i>Oxalis phaeotricha</i>					2,00	
<i>Paspalum bonplandianum</i>						2,00
<i>Pernettya prostrata</i>			4,00		4,50	
<i>Plantago australis</i>			1,00			
<i>Plantago lanceolata</i>						5,67
<i>Plantago rigida</i>		4,00	7,50			
<i>Plantago tubulosa</i>	35,00					
<i>Poa</i> sp.		17,00		8,00	1,00	
Poaceae sp. 1					7,00	18,00
Poaceae sp. 2			11,33			
Polygonaceae sp.	1,00				3,00	8,00
<i>Polypogon interruptus</i>						11,33
<i>Polystichum orbiculatum</i>					5,00	
<i>Puya</i> sp.			2,00			
<i>Ranunculus flagellifolius</i>	45,33			5,67		18,75
<i>Ranunculus geranioides</i>					9,50	
<i>Ranunculus peruvianus</i>			9,50			
<i>Ranunculus praemorsus</i>				13,33		
<i>Ribes hirtum</i>					1,00	
<i>Rumex acetosella</i>						2,50
<i>Rumex</i> cf. <i>tolimensis</i>					6,50	
<i>Senecio</i> cf. <i>tephrosioides</i>			7,67			
<i>Senecio chionogeton</i>			3,00			
<i>Sisyrinchium chilense</i>			1,00			15,67

Especies de bofedal

Especies	Altar	Ambrosio Laso	Atillo	Gualiñag	Guargualla	Llin Llin
	3.500- 4.000	4.000-4.500	3.500- 4.000	4.000- 4.500	3.500- 4.000	3.500- 4.000
<i>Solanum columbianum</i>					1,00	
sp. 1	40,67	3,00			1,50	
sp. 2					3,00	
<i>Stachys cf. eriantha</i>				1,00		3,00
<i>Stellaria cf. serpyllifolia</i>					21,50	
Suelo desnudo					16,00	59,00
<i>Taraxacum officinale</i>						3,33
<i>Thelypteris cf. retrorsa</i>					15,00	
<i>Thelypteris sp.</i>					3,00	4,00
<i>Trifolium repens</i>	2,00	1,00				25,80
<i>Trisetum spicatum</i>			12,00			5,00
<i>Typha sp.</i>	6,00					
<i>Uncinia sp.</i>			46,00			
<i>Urtica echinata</i>					3,67	
<i>Vaccinium floribundum</i>						1,00
<i>Valeriana aretioides</i>		7,00				
<i>Valeriana microphylla</i>					8,00	1,00
<i>Valeriana plantaginea</i>					4,00	
<i>Veronica serpyllifolia</i>						6,71
<i>Vicia andicola</i>						5,00
<i>Werneria cf. pygmaea</i>			3,00			
<i>Werneria pumila</i>			6,50			
<i>Werneria pygmaea</i>	3,67	23,00	1,50	17,50		

Especies de Almohadillas

Especies	Ambrosio Laso	Chimborazo
	4.000-4.500	4.000-4.500
<i>Agrostis breviculmis</i>		3,00
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		13,00
<i>Azorella aretioides</i>		4,00
<i>Azorella corymbosa</i>		12,00
<i>Azorella multifida</i>	51,00	
<i>Bartsia laticrenata</i>		1,00
<i>Bromus lanatus</i>		2,00
<i>Bryophyta sp.</i>	11,00	1,00
<i>Calamagrostis recta</i>		20,33
<i>Carex sp.</i>	1,00	
<i>Castilleja nubigena</i>		2,00
<i>Castilleja pumila</i>	1,00	
<i>Cerastium floccosum</i>		2,00
cf. <i>Cortaderia</i>	26,67	
cf. <i>Muehlenbeckia</i>		7,50
<i>Chuquiraga jussieui</i>		3,33
<i>Cotula mexicana</i>	5,00	
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>		1,50
<i>Diplostephium rupestre</i>	3,00	
<i>Diplostephium sp.</i>		3,00
<i>Distichia muscoides</i>		47,67
<i>Draba extensa</i>	1,00	
<i>Festuca sp.</i>	18,33	
<i>Galium corymbosum</i>		1,00
<i>Gamochaeta sp.</i>		1,00
<i>Gentiana sedifolia</i>	1,00	2,25
<i>Gentianella cernua</i>	8,50	13,50
<i>Geranium diffusum</i>	8,20	
<i>Geranium multipartitum</i>		9,33
<i>Halenia sp.</i>	1,00	
<i>Halenia weddelliana</i>	16,67	3,00
<i>Huperzia crassa</i>		3,67
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	14,00	44,00
<i>Lachemilla hispidula</i>	6,00	
<i>Lachemilla mandoniana</i>	17,33	5,00
<i>Lachemilla orbiculata</i>		4,00

Especies de Almohadillas

Especies	Ambrosio Laso	Chimborazo
	4.000-4.500	4.000-4.500
<i>Lachemilla rupestris</i>	1,67	
<i>Lachemilla vulcanica</i>		9,67
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	7,00	5,50
<i>Lepidium abrotanifolium</i>		1,00
<i>Loricaria ilinissae</i>	29,00	
<i>Loricaria thuyoides</i>		19,00
<i>Lucilia kunthiana</i>		15,00
<i>Lupinus cf. lespedezoides</i>		23,00
<i>Monticalia cf. peruviana</i>	20,50	
<i>Monticalia peruviana</i>		7,00
<i>Niphogeton dissecta</i>	9,33	19,00
<i>Pernettya prostrata</i>		25,00
<i>Plantago linearis</i>		2,00
<i>Plantago rigida</i>	44,67	
<i>Senecio nivalis</i>		13,00
<i>Stachys elliptica</i>	6,00	
<i>Stellaria serpyllifolia</i>	4,00	
Suelo desnudo	9,67	12,67
<i>Valeriana aretioides</i>	16,00	
<i>Valeriana cf. microphylla</i>		1,00
<i>Xenophyllum humile</i>	26,17	

Especies arbustivas

Especie	Altar	Ambrosio Laso		Atillo	Llin Llin
	3.000-3.500	3.000-3.500	4.000-4.500	3.000-3.500	3.000-3.500
<i>Ageratina azangaroensis</i>		1			8
<i>Ambrosia arborescens</i>					13
<i>Aristeguietia glutinosa</i>					14
<i>Baccharis alaternoides</i>	2				
<i>Baccharis cf. tricuneata</i>				6	
<i>Baccharis latifolia</i>	47	74			66
<i>Baccharis tricuneata</i>	7				
<i>Barnadesia arborea</i>	2				
<i>Berberis cf. engleriana</i>				2	
<i>Berberis engleriana</i>		4			
<i>Bocconia integrifolia</i>	17				
<i>Brachyotum ledifolium</i>	38	28			15
<i>Buddleja cf. incana</i>	1				
<i>Buddleja incana</i>		4			
<i>Calceolaria cf. hyssopifolia</i>					15
<i>Calceolaria chelidonioides</i>					1
<i>Calceolaria ericoides</i>					12
<i>Calceolaria rosmarinifolia</i>	1				
<i>Cestrum tomentosum</i>	9				
<i>Citharexylum kunthianum</i>		1			
<i>Coriaria ruscifolia</i>	35				
<i>Cyatheaaceae sp.1</i>	7				
<i>Diplostegium ericoides</i>				59	
<i>Diplostegium rupestre</i>			148		
<i>Escallonia myrtilloides</i>	6	1		17	
<i>Eugenia triquetia</i>	1	7			
<i>Fuchsia canescens</i>	16				

Especies arbustivas

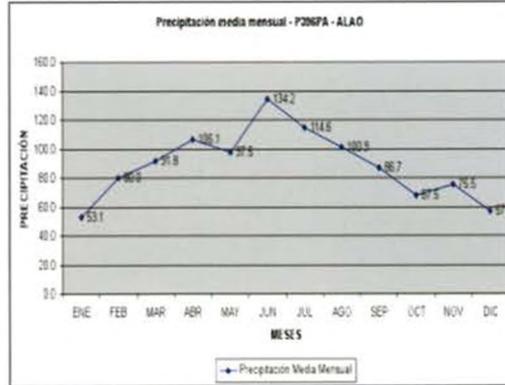
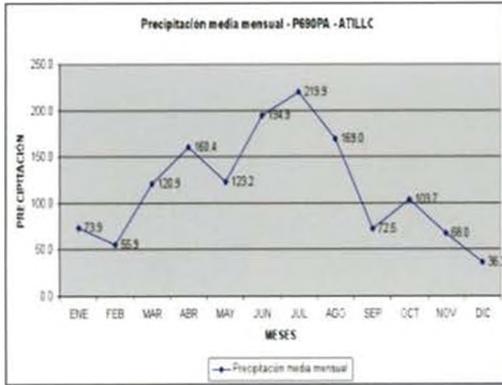
Especie	Altar	Ambrosio Laso		Atillo	Llin Llin
	3.000- 3.500	3.000- 3.500	4.000- 4.500	3.000- 3.500	3.000- 3.500
<i>Gynoxys buxifolia</i>				5	34
<i>Gynoxys cf. halli</i>		9			
<i>Gynoxys halli</i>	34	2		3	23
<i>Gynoxys miniphylla</i>			5		
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1				
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> var. <i>obtusifolia</i>	10	2		7	
<i>Hypericum lancioides</i>				12	
<i>Hypericum laricifolium</i>	16				
<i>Macleania cf. mollis</i>	12				
<i>Miconia salicifolia</i>				1	
<i>Miconia</i> sp1.	2				
<i>Mintostachys mollis</i>	7				
<i>Monnina crassifolia</i>	2			8	
<i>Monnina hirta</i>					43
<i>Monnina phillyreoides</i>	4				
<i>Monticalia arbutifolia</i>				32	13
<i>Monticalia</i> sp1.			1		
<i>Morella parvifolia</i>	1				
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	12	2			
<i>Otholobium cf. holosericeum</i>		8			
<i>Phenax rugosus</i>	3				
<i>Podocarpus sprucei</i>		6			
<i>Polylepis sericea</i>		2			
<i>Ribes erectum</i>				1	
<i>Rubus adenotrichos</i>	11	1			7

Especies arbustivas

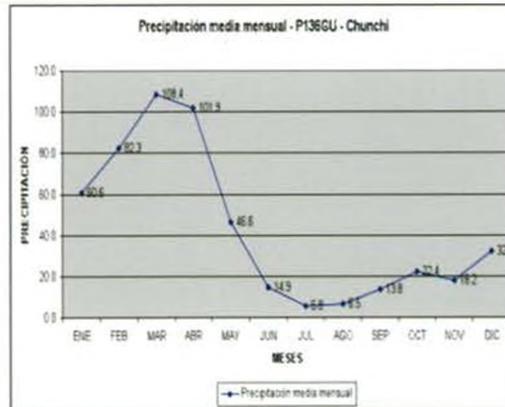
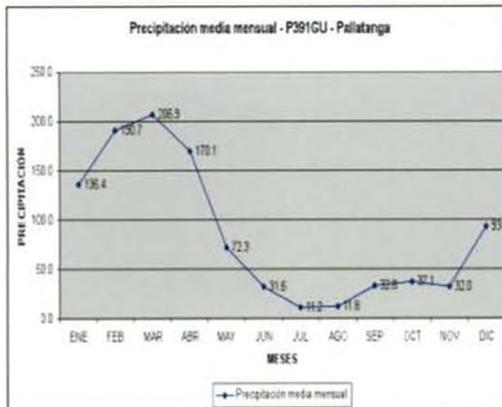
Especie	Altar	Ambrosio Laso		Atillo	Llin Llin
	3.000- 3.500	3.000- 3.500	4.000- 4.500	3.000- 3.500	3.000- 3.500
<i>Salvia cf. corrugata</i>					7
<i>Salvia corrugata</i>	26	23			
<i>Siphocampylus giganteus</i>	46				1
<i>Solanaceae sp.1</i>	1				
<i>Solanum patulum</i>	10				
<i>Styloceras laurifolia</i>		1			
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	6				
<i>Urtica echinata</i>	1				
<i>Vaccinium floribundum</i>	1				
<i>Vallea stipularis</i>	6	6			
<i>Weinmannia mariquitae</i>		3			

Anexo 5: Regímenes de estacionalidad de la precipitación de la provincia de Chimborazo

Precipitación ligeramente estacional con corta temporada seca

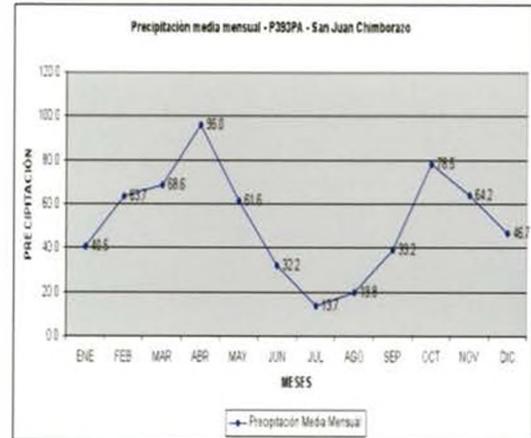
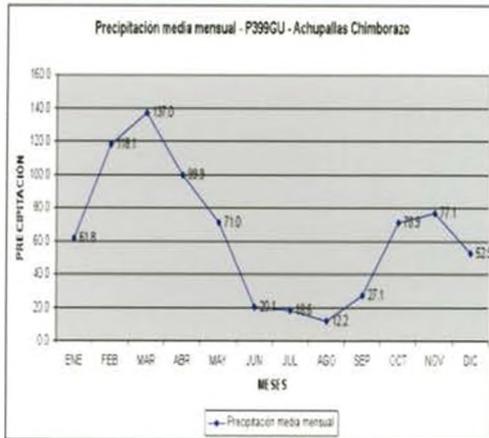


Precipitación marcadamente estacional con larga temporada seca

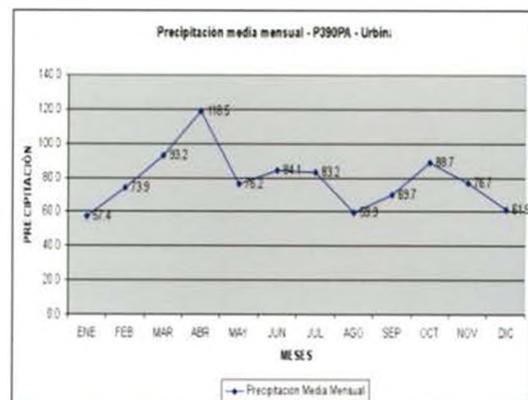
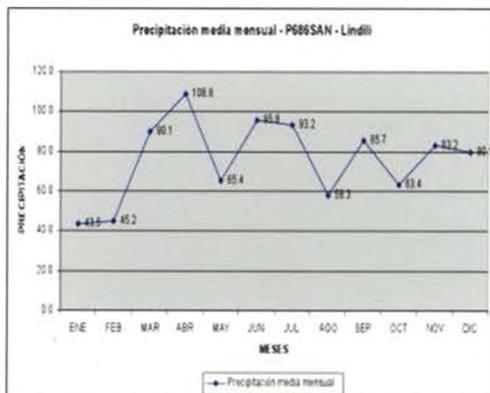


Fuente: Céleri (2010).

Precipitación estacional



Precipitación repartida todo el año pero con temporada de lluvias



Fuente: Celleri (2010).

Anexo 6. Clasificación de las coberturas vegetales según el índice de regulación

Característica	Sistema ecológico	Macrogrupo	Estado actual	Índice
Antrópico	Bosque plantado	Bosque Altimontano y altoandino húmedo de los Andes del Norte	Comercial; pinos y eucaliptos	1
Antrópico	Bosque plantado	Bosque Altimontano y Altoandino Húmedo de los Andes del Norte	Comercial; pinos y eucaliptos	1
Antrópico	Cultivos	N/A	Agrícola	1
Antrópico	Cultivos	N/A	Agrícola	1
Antrópico	Pastos	N/A	Pastoreo de ganado vacuno	2
Antrópico	Pastos	N/A	Pastoreo de ganado vacuno	2
Antrópico	Zona de intervención	N/A	Zona intervenida Agrícola / ganado vacuno	1
Antrópico	Zona de intervención	N/A	Zona intervenida Agrícola / ganado vacuno	1
Antrópico	Zona de intervención	N/A	Zona intervenida Agrícola / ganado vacuno	1
Natural	Arbustales bajos y matorrales altoandinos	Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Pastoreo de ganado vacuno / ovino / Llamas	4
Natural	Arbustales bajos y matorrales altoandinos	Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Pastoreo de ganado vacuno / ovino / Llamas	4
Natural	Arbustales bajos y matorrales altoandinos	Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Pastoreo de ganado vacuno / ovino / Llamas	4
Natural	Bofedales altimontanos paramunos	Humedal Altoandino y Altimontano de los Andes del Norte	Pastoreo de ganado vacuno	4
Natural	Bofedales altimontanos paramunos	Humedal Altoandino y Altimontano de los Andes del Norte	Pastoreo de ganado vacuno / ovino / Llamas	4

Característica	Sistema ecológico	Macrogrupo	Estado actual	Índice
Natural	Bofedales altimontanos paramunos	Humedal Altoandino y Altimontano de los Andes del Norte	Pastoreo de ganado vacuno / ovino / Llamas	4
Natural	Bosques altimontanos norte-andinos	Bosques Altimontano y Altoandino Húmedos de los Andes del Norte	Bosques Polylepis en recuperación	4
Natural	Bosques altimontanos norte-andinos	Bosques Altimontano y Altoandino Húmedos de los Andes del Norte	Bosques Polylepis en recuperación	4
Natural	Bosques altimontanos norte-andinos	Bosques Altimontano y Altoandino Húmedos de los Andes del Norte	Conservación	4
Natural	Vegetación geliturbada	Vegetación Subnival de los Andes del Norte	N/A	4
Natural	Vegetación geliturbada	Vegetación Subnival de los Andes del Norte	N/A	4
Otro uso	Cuerpos de agua	Cuerpos de Agua	N/A	4
Otro uso	Cuerpos de agua	Cuerpos de Agua	N/A	4
Otro uso	Glaciares / nieve	Glaciares / Nieve	N/A	4
Otro uso	Glaciares / nieve	Glaciares / Nieve	N/A	4
Otro uso	Vegetación geliturbada	Arenal / Suelo Desnudo	N/A	3
Otro uso	Vegetación geliturbada	Eriales	N/A	3
Otro uso	Vegetación geliturbada	Arenal / Suelo Desnudo	N/A	3
Otro uso	Vegetación geliturbada	Eriales	N/A	3

Característica	Sistema ecológico	Macrogrupo	Estado actual	Índice
Seminatural	Arbustales bajos y matorrales altoandinos	Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Páramos en recuperación	3
Seminatural	Arbustales bajos y matorrales altoandinos	Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Pastos de altura - Pastoreo de ganado bravo	3
Seminatural	Arbustales bajos y matorrales altoandinos	Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Páramos en recuperación	3
Seminatural	Arbustales bajos y matorrales altoandinos	Páramo Húmedo de los Andes del Norte	Pastos de altura - Pastoreo de ganado bravo	3
Seminatural	Quemas	N/A	Presencia de áreas quemadas - Pastoreo de de ganado vacuno	2
Seminatural	Quemas	N/A	Presencia de áreas quemadas - Pastoreo de de ganado vacuno	2



Anexo 7. Biomasa fotosintética, no fotosintética, necromasa y suelo desnudo en los transectos muestreados

Sitio	Transecto	Biomasa fotosintética	Biomasa No fotosintética	Biomasa aérea	Necromasa	Biomasa Total	Suelo desnudo
Saguin. Tauri. Campus	1	66	34	194.12	48	9.71	0
Chaulabamba	2	34	66	51.52	66	0.57	10
Caupilloangri	3	58	42	138.1	27	4.60	50
Guancapullaguchi (Vía Achupallas-Totoras)	4	68	32	212.5	38	10.63	50
(Vía Achupallas-Totoras)	5	60	40	150.0	46	3.75	60
Santa Rosa de Chicho	6	67	33	203.03	46	2.90	40
Santa Rosa Alto (fin de camino)	7	52	48	108.33	52	2.71	0
Vía Santa Rosa-Totoras (Ozogoche)	8	54	46	117.39	36	5.87	80
S/N	9	62	38	163.16	42	2.72	20
	10	66	34	194.12	54	6.47	15
Shiniguayay	11	70	30	233.33	54	3.89	3
	12	66	34	194.12	56	2.77	0
Páramo de Navag (Vía a Guayaquil-Pallatanga)	13	62	38	163.16	42	5.44	0
Vía Ambrosio Laso	14	66	34	194.12	30	4.85	0
	15	36	64	56.25	28	1.88	5
	16	50	50	100.00	58	1.25	2
San Jorge de Segla	17	54	46	117.39	98	1.17	0
	18	50	50	100.00	66	10.00	5
	19	52	48	108.33	58	1.20	0
Vía Antigua a Guaranda (San Juan)	20	52	48	108.33	26	5.42	20
	21	48	52	92.31	18	6.23	5
	22	54	64	117.39	42	5.87	0
Vía Jubal-Pomacocho	23	50	50	100.00	68	1.67	0
	24	46	54	85.19	68	1.06	10
	25	62	38	163.16	50	2.72	0
Vía a Jubal	26	54	46	117.39	24	3.91	10
	27	44	56	78.57	30	7.86	5
	28	58	42	138.10	31	9.21	60
Complejo Lacustre Ozogoche	29	58	42	138.10	39.6	2.30	0
	30	48	52	92.31	44	2.31	0
Llille	31	54	46	117.39	22	53.87	10
	32	40	60	66.67	22	2.22	0
	33	60	40	150.00	22	2.50	1
	34	68	32	212.50	24	5.31	10
	35	38	62	61.29	54	1.23	5
	36	50	50	100.00	50	2.00	2
Laderas de Chimborazo	37	58	42	138.10	22	6.90	0
	38	58	42	138.10	19	4.60	10
	39	78	22	354.55	28	7.09	10
Faldas de Chimborazo camino a Tambohuasha	40	64	36	177.78	35	4.44	0
	41	44	56	78.57	60	1.31	0
	42	58	42	138.10	46	6.90	0
Tambohuasha	43	60	40	150.00	35	5.00	0
	44	48	52	92.31	48	3.08	0
	45	54	46	117.39	72	1.47	0

Fuente: Salgado y Cárate (2009).

Anexo 8: Área priorizada en los páramos de la provincia de Chimborazo

Escenario	Prioridad	Área (hectáreas)	Áreas bajo protección (hectáreas)	Áreas sin protección (hectáreas)
1	Prioridad Alta	3.199	694	2.504
Escenario mínimo	Prioridad Media	53.637	15.224	38.413
	Prioridad Baja	73.061	24.501	48.560
	Total	129.897	40.419	89.478
2	Prioridad Alta	17.599	4.285	13.314
Escenario medio	Prioridad Media	117.192	32.135	85.057
	Prioridad Baja	94.399	29.296	65.103
	Total	229.190	65.715	163.475
3	Prioridad Alta	114.110	695	113.415
Escenario ideal	Prioridad Media	115.440	15.224	96.961
	Prioridad Baja	37.654	24.501	16.408
	Total	267.204	38.346	228.858

Anexo 9: Área priorizada en los páramos de la provincia de Chimborazo a escala de cantón

CANTÓN	PRIORIDAD	ESC.3			ESC 2			ESC 1		
		HECTÁREAS PRIORIZADAS	HECTÁREAS PRIORIZADAS BAJO PROTECCIÓN	HECTÁREAS PRIORIZADAS SIN PROTECCIÓN	HECTÁREAS PRIORIZADAS	HECTÁREAS PRIORIZADAS BAJO PROTECCIÓN	HECTÁREAS PRIORIZADAS SIN PROTECCIÓN	HECTÁREAS PRIORIZADAS	HECTÁREAS PRIORIZADAS BAJO PROTECCIÓN	HECTÁREAS PRIORIZADAS SIN PROTECCIÓN
Alausí	Prioridad Alta	31.094	23.511	7.583	4.320	3.558	762	850	695	155
	Prioridad Media	39.468	28.478	10.990	34.216	26.113	8.103	18.795	14.312	4.483
	Prioridad Baja	11.159	6.921	4.239	30.410	22.278	8.131	26.409	18.914	7.495
	Total	81.722	58.910	22.812	32.384	15.837	16.547	55.276	33.865	21.411
Chambo	Prioridad Alta	4.306	272	4.034	501	0	501	0	0	0
	Prioridad Media	3.405	557	2.848	4.116	329	3.787	6	0	6
	Prioridad Baja	697	116	581	2.946	600	2.345	54	3	52
	Total	8.408	945	7.463	2.999	182	2.817	10.502	1.109	9.393
Chunchi	Prioridad Alta	1.839	0	1.816	100	0	100	0	0	0
	Prioridad Media	1.950	1	1.927	1.781	0	1.781	350	0	350
	Prioridad Baja	903	23	902	2.207	6	2.202	358	0	358
	Total	4.692	24	4.645	8.033	116	7.917	11.414	122	11.292
Colta	Prioridad Alta	17.046	0	17.046	2.300	0	2.300	1.634	0	1.634
	Prioridad Media	10.148	0	10.148	15.832	0	15.832	12.318	0	12.318
	Prioridad Baja	3.669	0	3.669	9.794	0	9.794	7.971	0	7.971
	Total	30.862	0	30.862	21.679	0	21.679	27.681	0	27.681

Guamote	Prioridad Alta	21.389	502	20.887	4.025	50	3.975	600	0	600
	Prioridad Media	25.297	2524	22.773	20.929	614	20.315	13.834	197	13.636
	Prioridad Baja	13.035	1.582	11.453	21.603	2.397	19.205	16.423	1.502	1.4921
	Total	59.721	4.608	55.113	31.772	2.809	28.963	47.472	4.170	43.302
Guano	Prioridad Alta	2.930	2.080	850	500	500	0	0	0	0
	Prioridad Media	2.717	1.221	1.496	3.422	1.972	1.450	500	400	100
	Prioridad Baja	677	347	330	1.499	803	696	2.172	1.673	499
	Total	6.324	3.648	2.677	6.675	1.777	4.899	9.425	2.979	6.446
Pallatanga	Prioridad Alta	8.330	0	8.330	317	0	317	16	0	16
	Prioridad Media	4.350	0	4.350	7.963	0	7.963	1.031	0	1.031
	Prioridad Baja	1.095	0	1.095	4.130	0	4.130	6.383	0	6.383
	Total	13.774	0	13.774	6.444	0	6.444	11.423	0	11.423
Penipe	Prioridad Alta	14.266	743	13.524	3.599	127	3.472	0	0	0
	Prioridad Media	10.186	579	9.607	14.243	992	13.250	1.050	214	835
	Prioridad Baja	1.343	211	1.132	6.464	205	6.259	3.056	486	2.570
	Total	25.796	1.533	24.263	6.318	988	5.330	26.518	1.612	24.906
Riobamba	Prioridad Alta	12.911	1.035	11.876	1.937	50	1.887	100	0	100
	Prioridad Media	17.919	3.681	14.238	14.690	2.114	12.576	5.755	100	5.655
	Prioridad Baja	5.076	1.002	4.074	15.347	3.007	12.340	10.240	1.923	8.317
	Total	35.905	5.717	30.188	18.488	1.844	16.645	34.366	4.991	29.375

Fuente: Beltrán (2010a).

HOJAS DE VIDA DE AUTORAS Y AUTORES

(EN ORDEN ALFABÉTICO)

Montserrat Albán

Economista graduada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Economía del Desarrollo Sustentable y con estudios de maestría en Economía Ecológica. Tiene experiencia en investigación económica sobre el ambiente, políticas ambientales, financiamiento e incentivos para la conservación de recursos naturales. Ha trabajado en proyectos de investigación económica sobre la biodiversidad desde la Fundación EcoCiencia y en análisis de las políticas públicas desde el proyecto CISMIL. Además ha analizado y diseñado incentivos para la conservación como consultora para diferentes organizaciones. Actualmente trabaja como coordinadora del área de servicios ambientales en Conservación Internacional Ecuador. Ha publicado algunos artículos sobre servicios ambientales y sobre indicadores de sustentabilidad y políticas ambientales.

malban@conservation.org

María Argüello

Su formación profesional incluye una licenciatura en Biología en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y una maestría en Conservación y desarrollo de los trópicos en el Centro de Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Florida en Gainesville, Florida, Estados Unidos. Su especialidad es en manejo sostenible de la biodiversidad con fines de producción y comercialización. Actualmente tra-

baja para la Comunidad Andina como coordinadora en Ecuador del Programa Regional BioCAN, enfocado en las regiones andino-amazónicas de los países miembros de la CAN. Su experiencia incluye el diseño e implementación de proyectos relacionados al desarrollo de iniciativas productivas derivadas del uso sostenible de la biodiversidad en todas las regiones del país y algunos países del área andina, la mayoría de ellos desde la Fundación EcoCiencia, el Programa Nacional Biocomercio Sostenible del Ministerio del Ambiente y otras organizaciones nacionales y regionales.

aarguello@ambiente.gob.ec

Karla Beltrán Valenzuela

Es Geógrafa Especialista en SIG, realiza actividades de investigación, coordina proyectos relacionados con manejo de recursos naturales, conservación y biogeografía, ordenamiento territorial y capacitación. Es Ingeniera Geógrafa y del Medio Ambiente de la Escuela Politécnica del Ejército; posee un Diplomado en Desarrollo Local y Gestión de Recursos Naturales por el CAMAREN en el Ecuador y una Maestría en Economía y Manejo Ambiental de la Università Luigi Bocconi en Milán, Italia. Culminó su Especialización Superior en Cambio Climático y Proyectos MDL en la Universidad Andina Simón Bolívar de Quito. Fue coordinadora del laboratorio de SIG-SR de EcoCiencia.

karlabeltranv@hotmail.com



Macarena Bustamante Romoleroux

Es Economista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. En el 2009 estudió una Maestría en Ambiente, Desarrollo y Políticas en la Universidad de Sussex (Inglaterra). Actualmente es investigadora asociada de la Iniciativa de Estudios Ambientales Andinos de CONDESAN y tiene a su cargo el desarrollo de la línea de investigación que vincula el bienestar humano con el desarrollo local y la conservación del medio ambiente. Su experiencia incluye el diseño y evaluación de incentivos económicos, desarrollo de estrategias de sostenibilidad financiera, diseño de sistemas de monitoreo socio-económicos en proyectos ambientales, e investigaciones sobre las relaciones entre el ambiente, los medios de vida de comunidades locales y los procesos de adaptación social al cambio climático. Su trayectoria profesional incluye trabajos con poblaciones y comunidades en los Andes, Amazonía y Galápagos. Es miembro de Latin American and Caribbean Environmental Economics Program (LACEEP) y de la Red de Interesados en Servicios Ambientales (RISAS).

macarena.bustamante@gmail.com

Daisy Cárate T.

Obtuvo el grado de Licenciada en Ciencias Biológicas en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Colaboró con el Herbario QCA en la Facultad de Ciencias Biológicas (PUCE) como asistente de curación e investigadora asociada desarrollando estudios relacionados a la biodiversidad y ecología de los páramos en el Ecuador. Junto con el equipo de in-

vestigadores del QCA dirigido por la Dr. Katya Romoleroux ha desarrollado estudios de la flora vascular asociada a los bosques de *Polylepis*, con énfasis en la zona de Oyacachi, Napo, cuya publicación está en proceso. Actualmente lleva a cabo la revisión de los géneros *Gynoxys* y *Diplostephium* (Asteraceae) en el Ecuador en colaboración con el Missouri Botanical Garden y está iniciando con el estudio de la dinámica de regeneración del bosque Montano en el Sur del Ecuador como parte de sus estudios de postgrado.

daisy_carate@yahoo.com.mx

Miguel Castro Abril

Economista (PUCE, Quito 2008) y Máster Multidisciplinario en Desarrollo Energético Sustentable (Universidad Calgary Canadá-Universidad San Francisco Quito, 2011). Durante 2010, coordinador de la Unidad de Economía de la Biodiversidad en Fundación EcoCiencia. Asesor en temas de incentivos de conservación, valoración de servicios ambientales y economía del cambio climático.

economia@ecociencia.org

Rolando Céleri Alvear

Es Profesor Principal y Director del Grupo de Ciencias de la Tierra y del Ambiente de la Universidad de Cuenca. Rolando Céleri es Ingeniero Civil por la Universidad de Cuenca, tiene una Maestría en Ingeniería de Recursos hídricos por la Universidad Libre de Bruselas, Bélgica y un Doctorado



en Hidrología por la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica. Su experiencia en investigaciones hidrológicas se centra en procesos hidrológicos del páramo y variabilidad climática e hidrometeorológica en escala de cuenca. Entre los resultados de sus investigaciones se encuentran la determinación del efecto de los bosques de pinos sobre la respuesta hidrológica de las cuencas del páramo y los efectos producidos por la calidad de datos hidrometeorológicos sobre la estructura óptima de los modelos hidrológicos y sus parámetros. Otras de sus áreas de trabajo incluyen los efectos del cambio climático, eco-hidrología de ríos, aplicaciones hidroeinformáticas y gestión de cuencas hidrográficas. Actualmente es Coordinador Técnico de la Iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Ecosistemas Andinos.

rcelleri@gmail.com

Francisco Cuesta

Coordinador de la Iniciativa de Estudios Ambientales Andinos (IEAA) del Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) y Asesor Regional de Investigación del Proyecto Páramo Andino (PPA). Obtuvo su B.Sc. en Manejo de Recursos Naturales en la Universidad San Francisco en Quito, Ecuador. Posteriormente realizó una Maestría en Ecología Tropical en la Universidad de Ámsterdam, Países Bajos. Actualmente es candidato a doctor para la misma universidad con una investigación orientada a entender los efectos del cambio de cobertura y uso de la tierra en los procesos ecosistémicos de los páramos. Adicionalmente, pertenece al grupo de especialistas del oso andino de la comisión de supervivencia de especies de la UICN,

al grupo de especialistas de lista rojas de ecosistemas de la UICN y a la Red global para el monitoreo de ambientes alpinos (GLORIA). Ha dirigido varios proyectos nacionales y regionales relacionados con ambiente, biodiversidad, manejo de recursos naturales y cambio climático.

francisco.cuesta@condesan.org

Bert de Bièvre

Ingeniero Civil, con una Maestría en Ingeniería de Recursos Hídricos y Doctorado en Ciencias Biológicas Aplicadas. Ha sido profesor de la Universidad de Cuenca en Ecuador, y Director Asistente del Programa para el Manejo del Agua y del Suelo (PRO-MAS). Tiene Interés específico en hidrología de ecosistemas andinos y en la problemática de agua en los Andes en general con varias publicaciones científicas. Experiencia en Ecuador, Colombia, Perú y Venezuela. Actualmente Coordina el Proyecto Regional Páramo Andino – PPA, desde CONDESAN, y es el representante del Centro Internacional de la Papa en Ecuador.

bert.debievre@condesan.org

Manuel Peralvo

Ingeniero geógrafo de la Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador. Tiene una maestría en Geografía y Estudios Ambientales en la Universidad de Texas y es Candidato a Doctor en la misma Universidad. Su interés de investigación principal está relacionado con la caracterización de las relaciones hombre-ambiente a diferentes escalas. Actualmente está investigan-



do sobre la caracterización de la dinámica del cambio de uso de la tierra y la cobertura vegetal y los impactos asociados a los medios de vida local a través de la afectación de los procesos del ecosistema. Es integrante del equipo de la Iniciativa de Estudios Ambientales Andinos-EAA y del Panorama Andino sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Manuel.peralvo@condesan.org

Santiago R. Rojas U.

Estudió en la Escuela Politécnica del Ejército, especialista en SIG, cartografía, y geodésia; forma parte del equipo de especialistas de Ecociencia, ha participado en varios proyectos de cartografía temática, detección de coberturas vegetales y uso actual de suelo, así como en proyectos en identificación de cambios mediante sensores remotos, participando en la investigación de nuevas metodologías, a ayudado en la delimitación de potenciales áreas de reserva natural para Plan Ecuador. Ha participado en el posicionamiento y proceso de puntos geodésicos, ha realizado topografía y batimetría para proyectos de protección de muelles, malecones y plataformas petroleras, ha colaborado en la actualización de cartografía base para programas de desarrollo sostenible de la FAO. Actualmente se encuentra colaborando en la actualización de la base de datos para cartografía 1:50.000 del IGM.

tiagorafa_80@hotmail.com

Silvia Salgado P.

Obtuvo su licenciatura en Ciencias Biológicas en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ha realizado publicaciones relacionados a la ecología de los bosques de Polylepis referentes al efecto del fuego, a caracterizaciones vegetales en los páramos ecuatorianos, incluyendo el estudio botánico dentro de la Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador dentro de la Fundación EcoCiencia. Actualmente, forma parte del equipo de trabajo del Proyecto Mapa de Vegetación para el Ecuador Continental liderado por el Ministerio del Ambiente y es investigadora asociada al CONDESAN para el Proyecto de Cambio Climático, Gloria.

sil.salgado22@gmail.com

Felipe Segovia Gortaire

Ingeniero Agropecuario de la Escuela Superior Politécnica del Ejército. Actualmente trabaja en EcoCiencia como coordinador en Ecuador del Programa Regional BioAndes, el cual se desarrolla en zonas bioculturales andinas de Bolivia, Perú y Ecuador. Su experiencia incluye el manejo de páramos, la agroecología y el desarrollo de actividades productivas con camélidos sudamericanos en comunidades indígenas y campesinas en la Sierra del país, especialmente en Chimborazo, en los cuales ha colaborado con la Fundación EcoCiencia, y Acción Integral Guamote.

manejorecursosnaturales@ecociencia.org





Proyecto Páramo Andino
Conservación de la Diversidad en el Techo de los Andes



ISBN 978-9978-9940-8-5



9 789978 994085

415
329
301
B982