

Aportes a la delimitación del páramo

Mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1.25,000 y análisis del sistema social asociado al territorio

Complejo de páramos jurisdicciones - Santurbán - Berlín,
departamentos de Santander y Norte de Santander

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

2014



C. B. L. C. M. B. I. A.

Equipo de investigación

Brigitte L.G. Baptiste
Directora General

Jerónimo Rodríguez,
Subdirector de Servicios Científicos y Proyectos Especiales

Germán Ignacio Andrade
Subdirector Científico

Revisión técnica

Brigitte Baptiste
Jerónimo Rodríguez
Germán Andrade

Revisor externo

Antoine Marie Cleef, PhD.
Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, University of Amsterdam The Netherlands

Coordinación técnica

Carlos Enrique Sarmiento Pinzón,
Geógrafo M.Sc. Ciencias-Biología

Análisis climático y distribución geográfica potencial de la vegetación

María Victoria Sarmiento Giraldo, Bióloga, M.Sc. Ciencias-Biología
Olga Adriana León Moya, Ecóloga, M.Sc. en Gestión Ambiental
Camilo Esteban Cadena Vargas, Biólogo, M.Sc. Ecología
Ángela Cuervo, Lic. Biología, M.Sc.
Cesar Marín, Biólogo, M.Sc.
Diana Jiménez, Bióloga, M.Sc.
Omar Jaramillo, Geógrafo

Análisis espacial y sensores remotos

Diana Patricia Ramírez Aguilera, Ing. Catastral, Esp. SIG
Liliana Corzo, Bióloga, Esp. SIG
Catherine Agudelo, Ing. Forestal

Caracterización social y análisis del sector productivo

Paula Ungar, Bióloga, Ph.D. en Ciencias Ambientales
Alejandra Osejo, Antropóloga, M.Sc. en Desarrollo Rural
Jesica Andrea Zapata Jiménez, Administradora Ambiental
Rigoberto Abello, Historiador
Laura Roldán, Bióloga, M.Sc. en Gestión Ambiental
Emerson A. Buitrago, Antropólogo
Viviana Guzmán, Administradora Ambiental
Susana Peláez, Ecóloga

Diseño e Ilustración

Fernando López

Corrección de estilo

Tatiana Menjura Morales
Ana Marcela Hernández

Foto portada

Jorge William Sánchez



Citación sugerida para la obra:

Sarmiento, C. y P. Ungar (Eds). (2014). Aportes a la delimitación del páramo mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1:25.000 y análisis del sistema social asociado al territorio: Complejo de Páramos Jurisdicciones – Santurbán – Berlín Departamentos de Santander y Norte de Santander. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Citación sugerida para cada capítulo:

Ungar, P., Osejo, A., Roldán, L., Buitrago, E. (2014). Caracterización del sistema social asociado al territorio. En: Sarmiento, C. y P. Ungar (Eds). Aportes a la delimitación del páramo mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1:25.000 y análisis del sistema social asociado al territorio: Complejo de Páramos Jurisdicciones – Santurbán – Berlín Departamentos de Santander y Norte de Santander. (pp. 54-68). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Aportes a la delimitación del páramo mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1:25.000 y análisis del sistema social asociado al territorio: Complejo de Páramos Jurisdicciones – Santurbán – Berlín Departamentos de Santander y Norte de Santander / Carlos Enrique Sarmiento Pinzón y Paula Ungar, editores -- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014.

83 p.: il., col.; 21,5 x 28 cm.

Incluye bibliografía, tablas e ilustraciones (col.)

ISBN DIGITAL: 978-958-8889-05-4

ISBN IMPRESO: 978-958-8889-06-1

1. ECOSISTEMAS DE MONTAÑA – PÁRAMOS -- COLOMBIA. 2. PÁRAMOS – CARTOGRAFÍA -- COLOMBIA 3. ECOLOGÍA DE PÁRAMOS -- COLOMBIA. 4. CONSERVACIÓN DE PÁRAMOS -- COLOMBIA. I. Sarmiento Pinzón, Carlos, ed. II. Ungar, Paula, ed. III. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

CDD: 577.3 Ed. 23

Número de contribución: 497

Registro en el catálogo Humboldt: 14936

Catalogación en la publicación – Biblioteca Instituto Humboldt

Tabla de contenido

1.	RESUMEN EJECUTIVO	12
2.	INTRODUCCIÓN	16
3.	CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA DELIMITACIÓN (CONTEXTO REGIONAL)	18
3.1.	Mirada histórica al poblamiento, el uso del suelo y los sistemas de gobierno y control en el contexto regional del cjsb	18
3.2.	División político-administrativa y figuras de ordenamiento territorial	20
3.3.	Población	23
3.4.	Subregionalización del complejo Jurisdicciones – Santurbán – Berlín	23
3.5.	Principales actividades productivas	26
3.6.	Oferta y demanda de agua	27
4.	CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LOS PÁRAMOS	33
4.1.	Criterios biogeofísicos	33
4.2.	Integridad ecológica	33
4.3.	Elementos socioeconómicos y culturales	33
5.	IDENTIFICACIÓN DE LA FRANJA INFERIOR DEL ECOSISTEMA PARAMUNO	34
5.1.	Propósito y alcance	34
5.2.	Aspectos conceptuales	34
5.3.	Métodos	37
5.3.1.	Obtención de datos	37
5.3.2.	Distribución geográfica potencial de formas de crecimiento arboreo y arbustivo	38
5.3.3.	Modelo de distribución espacial franja de transición bosque altoandino-páramo	40
5.4.	Resultados y discusión	40
5.4.1.	Distribución potencial de formas de crecimiento	41
5.4.2.	Patrones de distribución de la vegetación a lo largo del gradiente altitudinal	45
5.4.3.	Validación de los resultados obtenidos	45
5.5.	Conclusiones y recomendaciones respecto a la identificación de un límite para el ecosistema	52
5.5.1.	Franja de transición	52
5.5.2.	Propuesta de límites para el complejo Jurisdicciones–Santurbán–Berlín	52
6.	CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA SOCIAL ASOCIADO AL TERRITORIO	54
6.1.	Propósitos y alcances	54
6.2.	Métodos	55
6.2.1.	Identificación de actores	55
6.2.2.	Caracterización de actores	55
6.2.3.	Análisis histórico	57
6.2.4.	Priorización de actores para el análisis de relaciones y la caracterización de relaciones	57
6.2.5.	Análisis de relaciones	58

6.3.	Resultados y discusión: identificación de actores y caracterización de tres subregiones identificadas	58
6.3.1.	Subregión Berlín	58
6.3.2.	Subregión suroccidental	61
6.3.3.	Subregión nororiental	66
6.4	Análisis de relaciones	68
6.5.	Recomendaciones para la gobernanza	72
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES	74
7.1.	Entorno local	74
7.2.	Entorno regional	74
8.	REFERENCIAS CITADAS Y FUENTES CONSULTADAS	78

Índice de tablas

Tabla 1.	Superficie de municipios en el Complejo de páramos Jurisdicciones - Santurbán - Berlín y en áreas protegidas	21
Tabla 2.	Áreas protegidas declaradas (julio 2007), superficie total y dentro del CJSB	23
Tabla 3.	Personas, hogares y viviendas en los municipios más poblados del Complejo JSB según estimativos del DANE con base en el Censo 2005. Número de predios con base en información de CDMB	26
Tabla 4.	Zonificación hidrográfica del entorno regional del CJSB (Fuente: Ideam, 2010)	27
Tabla 5.	Oferta y demanda hídrica de las subzonas hidrográficas del entorno regional del CJSB. Fuente: Estudio Nacional del Agua - Ideam 2010	28
Tabla 6.	Unidades de vegetación presentadas por ECODES (2013)	47
Tabla 7.	Unidades de vegetación presentadas por Fundación Guaya canal (2013)	47
Tabla 8.	Unidades de vegetación presentadas por CDMB (2012) de acuerdo con los datos de Avellaneda 1998 - 2002	48
Tabla 9.	Unidades de vegetación presentadas por Corponor (2012) de acuerdo con los datos de Avellaneda 1998 - 2002	48
Tabla 10.	Especies endémicas y amenazadas presentes en el CJSB	51
Tabla 11.	Variables para la caracterización de actores	56
Tabla 12.	Categorías de relaciones entre actores	57
Tabla 13.	Población estimada en la subregión Berlín según diferentes fuentes	58
Tabla 14.	Cobertura de la tierra en la subregión Berlín	60
Tabla 15.	Población estimada en el área del páramo y según diferentes fuentes	61
Tabla 16.	Datos de cobertura de la tierra en la subregión suroccidental	62
Tabla 17.	Distribución de la propiedad en el municipio de Vetas, de acuerdo con la alcaldía municipal (2013)	64
Tabla 18.	Poblaciones estimadas según diferentes fuentes en los municipios de la subregión nororiental con mayor porcentaje en páramo	65
Tabla 19.	Datos de cobertura de la tierra en la subregión nororiental	67

Índice de figuras

Figura 1.	Áreas protegidas declaradas en el CJSB a diciembre de 2013	22
Figura 2.	Distribución de la población en el contexto regional del CJSB	24
Figura 3.	Subregiones propuestas para el CJSB	25
Figura 4.	Actividades de producción del complejo JSB	26
Figura 5.	Tamaño de predios del CJSB	27
Figura 6.	Subzonas hidrográficas	28
Figura 7.	Oferta y demanda hídrica anual, entorno regional CJSB	29
Figura 8.	Índice de vulnerabilidad hídrica y demanda hídrica anual	30
Figura 9.	Zonación fisionómica de la vegetación de páramo	35
Figura 10.	Esquema de ecotono y del límite superior de bosque (timberline) y treeline	36
Figura 11.	Gráfico usado para estimar la distribución altitudinal de cada forma de crecimiento	38
Figura 12.	Estimación por modelos de distribución potencial de los tipos de vegetación dominantes en la alta montaña	42
Figura 13.	Representación esquemática de la franja de transición bosque altoandino-páramo	42
Figura 14.	Prueba Jackknife para el modelo de formas de crecimiento arbóreo	43
Figura 15.	Curvas de respuesta para el modelo de formas de crecimiento arbustivo	43
Figura 16.	Prueba Jackknife para el modelo de formas de crecimiento arbustivo	44
Figura 17.	Curvas de respuesta para el modelo de formas de crecimiento arbustivo	44
Figura 18.	Representación de la franja en diferentes sectores del CJSB	45
Figura 19.	Rangos de distribución de especies de páramos en el CJSB	49
Figura 20.	Riqueza de especies en el gradiente altitudinal	50
Figura 21.	Cultivo de cebolla en la subregión Berlín, municipio de Tona	59
Figura 22.	Minería en el municipio de Vetás	63
Figura 23.	Finca El Mortiño (Ceferino Rodríguez). Municipio de Vetás	64
Figura 24.	Horticultura en el Municipio de Mutiscua	67
Figura 25.	Grafo con todos los actores y todas las relaciones	69
Figura 26.	Grafo con todos los actores, excluyendo relaciones de conflicto	70

Lista de anexos (Disponibles en versión digital)

- Anexo 1. Listado de especies según formas de crecimiento, empleadas en el proceso de modelamiento de la distribución potencial del ecosistema.
C. Marín, O. León y M. Sarmiento
- Anexo 2. Análisis de variables bioclimáticas para el complejo Jurisdicciones - Santurbán - Berlín
Á. Cuervo y O. Téllez, Universidad Autónoma de México
- Anexo 3. Análisis de transformación de los ecosistemas en el complejo de páramos Jurisdicciones - Santurbán - Berlín.
C. Sarmiento, C. Agudelo y L. Corzo
- Anexo 4. Cartografía con límites propuestos para el complejo de páramos Jurisdicciones - Santurbán - Berlín. Escala 1:25.000.
C. Sarmiento y L. Corzo
- Anexo 5. Categorías para la sistematización de información relacionada con actores sociales
P. Ungar
- Anexo 6. Actores sociales identificados y priorizados para el análisis de relaciones
P. Ungar y L. Roldán
- Anexo 7. Diagnóstico de la actividad minera en el complejo de páramos Jurisdicciones - Santurbán - Berlín
J. Zapata
- Anexo 8. Evaluación y validación con datos de campo e imágenes de satélite de la propuesta técnica de delimitación

1 RESUMEN EJECUTIVO

Carlos Sarmiento



El presente documento se elaboró por solicitud del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDBM), con el objetivo de aportar elementos de juicio en aspectos biofísicos, económicos, jurídicos y sociales que contribuyan a la delimitación a escala 1:25.000 del complejo de páramos Jurisdicciones Santurbán - Berlín (CJSB), por parte de las autoridades pertinentes. En tal sentido es un aporte solicitado por la autoridad ambiental, posterior a la entrega formal de los estudios, y de acuerdo con el mandato legal. Este aporte no está dirigido a reemplazar las competencias de las autoridades ambientales, ya sea en la elaboración de los estudios técnicos por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) o en la delimitación del ecosistema por parte del Ministerio.

Para la construcción de este documento, se partió de los estudios entregados al MADS en noviembre y diciembre de 2012 por parte de las CAR respectivas y se hizo uso de diferentes fuentes de información complementarias, tanto de proyectos de investigación desarrollados por el Instituto Humboldt en dicho complejo, como del Proyecto Páramos y Sistemas de Vida, financiado por la Unión Europea, así como de estudios realizados por universidades, ONG, empresas privadas, y documentos aportados por la comunidad a lo largo de este proceso.

De acuerdo con lo anterior, se presenta, por una parte, una propuesta para la identificación de la franja inferior del ecosistema paramuno, construida mediante el uso de diferentes técnicas, que incluyeron datos de campo de diferentes fuentes, tanto recientes como históricos, modelos de

distribución potencial del ecosistema y especies representativas, así como imágenes satelitales de alta resolución espacial (5m) que atestiguan las condiciones actuales del territorio. Los insumos cartográficos aquí empleados corresponden a la escala 1:25.000.

Se parte del hecho de que las fronteras entre ecosistemas no se presentan como líneas precisas en el terreno y que su identificación en un mapa es un ejercicio de abstracción sobre un proceso ecológico (transición) que en realidad es gradual y ocurre a manera de una franja, cuya extensión en el gradiente altitudinal es variable y está condicionada por las características topoclimáticas y la trayectoria de las transformaciones históricas y recientes del paisaje. De acuerdo con los criterios de delimitación construidos desde 2010, se entiende que esta franja presenta claros elementos del ecosistema paramuno (clima, suelos, vegetación, entre otros) y por tanto es sin duda parte del páramo en sus diferentes acepciones (algunas de ellas con respaldo normativo), y necesaria para la conservación de su biodiversidad y funciones ecológicas.

Los criterios de delimitación de los páramos llaman la atención sobre la necesidad de identificar adecuadamente los límites inferiores del ecosistema bajo las siguientes consideraciones: 1) el páramo bajo o subpáramo hace parte del ecosistema y su posición altitudinal no es homogénea (hecho registrado por los diferentes especialistas e igualmente reconocido en la Ley 99 de 1993 y la Resolución MADVT 0769 de 2002, entre otras normas) 2) los ecotonos, definidos como transiciones hacia ecosistemas adyacentes 3) la conectividad hacia otros ecosistemas.



De acuerdo con lo anterior, se considera que el límite inferior del páramo se ubica hacia los 3100 ± 100 m en la mayoría del área de estudio. No obstante, se identifican múltiples sectores que muestran un descenso del ecosistema paramuno hasta 2800 m s.n.m. en cuencas con tendencia seca y/o sobre cimas o cuchillas aisladas (con mayores niveles de exposición a vientos y radiación solar) las cuales fueron integradas en la franja identificada. Estos comportamientos han sido ampliamente documentados en los páramos de la cordillera Oriental e incluso en páramos de Venezuela.

Por otra parte, reconociendo el carácter social del ecosistema, y con el fin de formular recomendaciones para la gobernanza del complejo, se elaboró una caracterización del sistema social asociado al territorio que comprende un análisis histórico, socioeconómico, y de la identificación y caracterización de actores sociales vinculados al uso, manejo y conservación del CJSB y sus relaciones.

Con los elementos mencionados se propone una alternativa de delimitación para el CJSB, que cumple con las siguientes condiciones: 1) considera como parte del ecosistema de páramo su franja inferior (páramo bajo) y otros indicadores dirigidos a preservar o recuperar su integridad ecológica, siguiendo así diferentes recomendaciones de la "Guía Divulgativa para la Delimitación de los Páramos en Colombia" (Rivera y Rodríguez 2011), 2) considera posiciones altitudinales diferentes de los límites inferiores del ecosistema, según la variabilidad de condiciones topográficas, geológicas y climáticas locales y subregionales, 3) reconoce que el grado de transformación de diferentes componentes del ecosistema, así como su posible origen en actividades humanas (fenómeno de paramización), son parte de la identidad del socioecosistema, 4) considera las formas que adoptan las relaciones sociales con el territorio objeto de la gestión, entre ellas actividades productivas y actos administrativos de las autoridades ambientales frente a la delimitación del páramo (resolución MAVDT 0937 de 2011, entre otras), así como diferentes iniciativas de conservación, tanto del Estado como de otros

actores sociales, y 5) reconoce estas relaciones como fuente de información clave para comprender las implicaciones de un escenario de conservación estricta como el que plantea el actual marco normativo nacional y para promover la gobernanza del complejo.

La franja propuesta en este documento permite establecer escenarios de delimitación del páramo que pueden evitar un alto riesgo de comisión u omisión en la identificación y posterior protección del ecosistema paramuno. De esta manera al considerar un escenario que se ubique a una altitud menor de la franja identificada estaría abarcando otros ecosistemas que no se consideran parte de la zona de vida de páramo (error de comisión), y en contraposición, un escenario que se defina hacia el límite superior de la franja identificada estaría omitiendo zonas vitales del ecosistema como su franja inferior (páramo bajo) y sus transiciones hacia ecosistemas adyacentes (error de omisión), caracterizadas por mayores niveles de biodiversidad y funcionalidad en términos de regulación hídrica.

Analizando la cobertura de la tierra sobre imágenes satelitales de alta resolución no se puede afirmar que en dicha franja no existan elementos propios del ecosistema paramuno y que ellos sean dominantes en el paisaje. En concordancia con lo anterior, los estudios de campo desarrollados por CDMB, e incluso por firmas tales como Ecodes Ltda. y Fundación Guayacanal, identifican vegetación propia de páramo en la mayoría de levantamientos efectuados en alturas cercanas a los 3100 +/-100 m s.n.m.

El análisis de distribución espacial de especies indicadoras del límite inferior del páramo y de especies endémicas (con valor intrínseco de conservación) desarrollado por el Instituto Humboldt, indica la importancia para la conservación de la diversidad biológica y llama la atención sobre la restauración funcional de dicha franja. Los atributos funcionales de los tipos de vegetación y del entorno climático de dicho sector están fuertemente asociados con la captación de humedad atmosférica, infiltración y regulación del agua.

Con la evaluación de aspectos socioeconómicos desarrollada a lo largo del presente estudio, es claro que la delimitación de páramo, bajo el marco normativo actual y en cualquier escenario de delimitación que se considere, tendrá efectos significativos en los renglones económicos de los municipios que tienen territorio en páramo, especialmente en Tona y Vetas, debido al alto grado de ocupación y desarrollo de actividades productivas en el páramo de Santurbán, principalmente en los sectores de Berlín (Tona) y en cercanías de la cabecera municipal de Vetas, que de acuerdo con la cartografía oficial se ubica a los 3300 m s.n.m.

En un escenario de conservación que excluya cualquier forma de actividad minera o agropecuaria en el complejo Jurisdicciones - Santurbán - Berlín se privilegiaría la provisión de agua para centros urbanos, agroindustria y energía eléctrica del nivel regional.

Los principales beneficiarios, en términos de número de usuarios, son las ciudades de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona, el distrito de riego del Zulia y la termoeléctrica Tasajero. Si se define el área de influencia regional del CJSB con base en los límites físicos de sus siete subzonas hidrográficas, esta comprende 68 municipios distribuidos en los departamentos de Boyacá (2 municipios), Cesar (6 municipios), Norte de Santander (40 municipios) y Santander (20 municipios), en los cuales aproximadamente 2 500 000 personas se benefician directa o indirectamente de las fuentes hídricas del complejo.

En contraposición, en un escenario de restricción se estaría afectando a una red compleja de actores sociales ligados históricamente al territorio y al suministro de servicios de provisión en los niveles regional (agricultura, principalmente de cebolla junca, y ganadería) y local (autoabastecimiento familiar). Esta red local de actores con vínculos directos con el territorio -a través de la provisión agrícola y la identidad- incluye tanto a la población que habita el páramo como a la que habita en sus inmediaciones, cuyos sistemas de vida pueden depender estrechamente de la explotación del páramo.

Estas redes locales están inmersas a su vez en redes de los niveles nacional e internacional, las cuales en gran medida determinan la visibilidad y la capacidad de agencia de los actores locales.

Esta afectación en el nivel local (y por lo tanto las posibles medidas de manejo del territorio) sería diferencial, dadas las divergencias en las formas de relación con el páramo de cada una de las tres subregiones identificadas. La exclusión de actividades productivas de la subregión suroccidental tendría efectos sobre empresas mineras transnacionales y locales, y de cualquier forma sobre los pobladores locales, quienes están mayoritariamente vinculados a la minería, tanto en términos de su identidad como a través de su mano de obra (en la actualidad como empleados de empresas transnacionales principalmente).

En la subregión Berlín, con mayor densidad poblacional, la afectación sería sobre la economía local, principalmente agrícola, y sobre la provisión de cebolla a la región y en cierta medida al país, dado el alto volumen de producción. Por otra parte, en la subregión nororiental se ha documentado la generación de alianzas público-privadas a diferentes escalas en torno a la conservación. Por lo tanto, se requiere desarrollar acciones específicas para abordar diferentes contextos dentro del mismo complejo.

Con el fin de llevar a cabo estas acciones diferenciales resulta urgente promover la actualización de información demográfica y sobre esquemas de propiedad y los estudios sobre sistemas de producción y sistemas de valoración local del territorio. Tener en cuenta a las organizaciones locales, regionales e internacionales como interlocutores legítimos es fundamental para la construcción conjunta de este conocimiento relevante para la toma de decisiones.

De acuerdo con lo anterior el Instituto Humboldt llama la atención sobre la necesidad de:

- 1) Considerar un escenario amplio de delimitación del páramo, es decir, su variabilidad en el gradiente altitudinal, entre otros criterios, de tal forma que se asegure la correcta identificación del ecosistema según los criterios de delimitación desarrollados para tal fin, atendiendo al principio de precaución y a la normatividad que protege al ecosistema en su integridad.

2) Diseñar y establecer, con participación de las comunidades afectadas, un régimen de transición que asegure el bienestar de los habitantes del páramo y que a su vez cumpla con los objetivos trazados para la conservación de los mismos.

3) Identificar sistemas de producción de bajo impacto y mecanismos de restauración apropiados a los diferentes niveles y tipos de intervención del páramo. Las zonas más afectadas se encuentran relacionadas con cultivos de cebolla, papa y pastos, con lo cual se puede afirmar que es viable la aplicación de sistemas de producción dirigidos a la rehabilitación y recuperación del ecosistema.

Las zonas de páramo de California y Suratá muestran diferentes grados de intervención del ecosistema (exploración de zonas de importancia minera y

agropecuaria). Estas afectaciones podrían ser objeto de recuperación desde un punto de vista técnico mediante la implementación de estrategias de restauración diferenciales, sin excluir del todo el uso actual del territorio.

4) De acuerdo con lo anterior, proponer una zonificación de los páramos, acorde con políticas de implementación de actividades de producción de baja intensidad e impacto, en relación con las características específicas de cada uno, permitiendo identificar áreas que por su grado de conservación no deban ser alteradas, y establecer regímenes de uso compatibles con la conservación de la biodiversidad y los servicios atribuibles a los ecosistemas de páramo, sin que ello suponga la exclusión de la población local.



2 INTRODUCCIÓN

Carlos Sarmiento, Paula Ungar y Jerónimo Rodríguez



El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt elaboró el presente documento por solicitud del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), con el fin de aportar elementos de juicio a los estudios técnicos, sociales, económicos y ambientales, ya elaborados por las autoridades ambientales respectivas, a partir de los cuales se delimitarán los ecosistemas de páramo, en el marco de la legislación vigente.

Se entiende entonces que si bien este documento no reemplaza las competencias legales establecidas, ya que de acuerdo al ordenamiento jurídico vigente la elaboración de los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la delimitación de los páramos, así como su adopción por acto administrativo son responsabilidad exclusiva de las autoridades ambientales (Ley 1450 de 2011 y Decreto Ley 3570 de 2011), en él se analiza, contrasta y complementa la información proveniente de fuentes propias y externas como universidades, empresas mineras, municipios y por supuesto autoridades ambientales, y pretende contribuir con elementos de juicio en aspectos biofísicos, económicos, jurídicos y sociales a la delimitación a escala 1:25.000 del Complejo de páramos Jurisdicciones Santurbán - Berlín (CJSB).

Como aporte a los estudios pertinentes se presentan los resultados de la identificación del límite inferior del ecosistema de páramo a escala 1:25.000 atendiendo a la necesidad de identificarlo y reconocerlo por su alto valor estratégico para la conservación de la diversidad ecológica y los servicios ecosistémicos asociados.

Esta contribución tiene como antecedente la actualización de la cartografía de páramos a escala 1:100.000 (Sarmiento *et al.* 2013), que a su vez es producto de la adaptación de los principios y criterios expuestos en la “Guía divulgativa para la delimitación de los páramos de Colombia” (Rivera y Rodríguez 2011). En este sentido el análisis que se presenta en este documento complementa dicha aproximación e incorpora criterios y técnicas que no lograron ser suficientemente abordados en el ejercicio de alcance nacional mencionado.

La identificación del ecosistema de páramo se elaboró mediante el uso de diferentes técnicas que incluyeron datos de campo de múltiples fuentes, recientes e históricos, modelos de distribución potencial del ecosistema y especies representativas, así como imágenes satelitales de alta resolución espacial (5m) que atestiguan las condiciones actuales del territorio. Con lo anterior se construyeron indicadores que permitieran identificar la posición geográfica-altitudinal de dicha franja.

Por otra parte, reconociendo el carácter social del ecosistema y con el fin de formular recomendaciones para la gobernanza del complejo, se elaboró una caracterización del sistema social asociado al territorio. Esta caracterización comprende tres tipos de análisis: 1) histórico, con base en información sobre cambios en el territorio en los sistemas de gobierno y control, en dinámicas demográficas y productivas en el entorno regional; 2) socioeconómico, en torno a variables descriptivas de la situación socioeconómica y de los servicios ecosistémicos, en particular la provisión de agua y producción de



alimentos; y 3) identificación y caracterización de actores sociales vinculados al uso, manejo y conservación del CJSB y sus relaciones.

Con los elementos mencionados, se propone una alternativa de delimitación para el CJSB que cumple con las siguientes condiciones: 1) comprende como parte del ecosistema de páramo sus franjas inferiores (páramo bajo) y otros indicadores dirigidos a preservar o recuperar su integridad ecológica, siguiendo así las recomendaciones de la "Guía divulgativa para la delimitación"; 2) considera posiciones altitudinales diferentes de los límites inferiores del ecosistema, según la variabilidad de condiciones topográficas, geológicas y climáticas locales y subregionales; 3) reconoce que el grado de transformación de diferentes componentes del ecosistema, así como su po-

sible origen en actividades humanas (fenómeno de paramización), son parte de la identidad del socioecosistema; 4) evalúa y reconoce las formas que adoptan las relaciones sociales con el territorio objeto de la gestión, entre ellas actividades productivas y actos administrativos de las autoridades ambientales frente a la delimitación del páramo (Resolución MAVDT 0937 de 2011 entre otras), así como diferentes iniciativas de conservación, tanto del Estado como de otros actores sociales; 5) reconoce estas relaciones como fuente de información clave para comprender las implicaciones de un escenario de conservación estricto como el que plantea el actual marco normativo nacional, y para promover la gobernanza del complejo.



Foto: Elizabeth Jiménez

3 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA DELIMITACIÓN

Paula Ungar, Diana Ramírez, Rigoberto Abello y Catherine Agudelo



3.1. Mirada histórica al poblamiento, el uso del suelo y los sistemas de gobierno y control en el contexto regional del CJSB¹

La región del páramo de Santurbán y su entorno estuvo poblada por grupos de cazadores recolectores desde el año 1000 A.C. aproximadamente (Langebaek 1996). En la zona se puede identificar la presencia de cuatro grupos indígenas: Guanés, Chitareros, Yariguíes y Laches, los cuales presentaban diferentes formas de organización social, desde comunidades autónomas locales hasta sistemas de confederaciones. El oro, la papa, el maíz, el tabaco, el algodón y el cacao eran productos objeto de cambio a lo largo del gradiente altitudinal, en una amplia red comercial que involucraba diferentes grupos.

En la tercera década del siglo XVI ocurrieron las primeras exploraciones por parte del alemán Ambrosio Alfinger, encargado de la empresa conquistadora en la región. A partir de ese momento, la zona estuvo marcada por el temprano hallazgo de oro de aluvión, que promovió el establecimiento de centros poblados y el sometimiento de los indígenas por medio de figuras de control como el tributo y la encomienda. Se generaron redes comerciales para la producción y distribución de alimentos para las zonas mineras ubicadas a más de 2500 m s.n.m. que a su vez aportaron capital a las partes cálidas (Arenas 2006). Surgen en este período Vetas y Montuosa la Baja como poblados mineros, y Tona, Matanza

y Charta como centros de producción, acopio y distribución de trigo. La extracción y el comercio de oro fueron la base del desarrollo urbano colonial de la región; la ciudad de Pamplona es ejemplo de ello. Fundada en 1549, se construyó en gran parte gracias al capital proveniente de esta empresa y fue conocida durante el período colonial como “Pamplonita la loca” debido a la ostentación de la riqueza. La ciudad surgía como enclave de conquista y colonización y representaba el control de territorios, recursos y riquezas.

Hacia inicios del siglo XVII descendió la producción de oro, como resultado del agotamiento de la mano de obra (Colmenares 1978). El trabajo excesivo al que eran sometidos los indígenas, y enfermedades como la viruela y el cólera, traídas por los conquistadores, llevaron a un descenso dramático de la población indígena (Tovar 1998). La corona española creó entonces instituciones como la Real Audiencia y aplicó leyes de protección a indígenas y explotación de minerales.

A finales del siglo XVII y a lo largo del XVIII la transformación de los sistemas de producción -el descenso progresivo de la demanda de oro y la aceleración de la producción agrícola- se vio reflejada en el territorio. La actividad económica y el poblamiento aumentaron, la frontera agrícola se amplió y la actividad agropecuaria se diversificó. Se intensificó el cultivo del trigo y la cebada, y la ganadería se extendió. La arriería se convirtió en el principal promotor de nuevas fundaciones.

En los albores del siglo XIX, la frontera agrícola se desplazó hacia mayores altitudes, y a zonas como el oriente del Chicamocha, la cordillera de los Cobardes y el río Magdalena, desde Girón y Bucaramanga (hoy Serranía de los Yariguíes).

¹ Este texto fue realizado con base en el trabajo del tesista Rigoberto Abello, bajo la tutoría de Stefania Gallini, docente del departamento de Historia de la Universidad Nacional de Colombia, la metodología se presenta en la sección 6.2.3 (Pag. 56)



El proceso independentista reconfiguró las dinámicas sociales y económicas de la región, promoviendo que el gran Santander entrara en un período de expansión económica y protagonismo político; la población se desplazó hacia las zonas rurales y se fundaron nuevos poblados como Cucutilla, Santa Bárbara de Rionegro, San Juan Nepomuceno de Floridablanca, Guaca y Tona.

En este período, como parte de su consolidación, el Estado dictó leyes sobre nacionalización de recursos naturales y mineros, conservación, aprovechamiento y buen uso del agua y regulación del “mazamorreo” o “lavadero de pobres” (Centro de Investigación y Estudios Nacionales 1991). Al mismo tiempo, concedió derechos de explotación minera a compañías extranjeras. Particularmente en el páramo, en Real de Minas de la Muntuosa Baja, la compañía inglesa Colombian Mining Association inicia labores en 1820, montando dos molinos para la extracción de plata y oro (Carreño 2011).

La segunda mitad del siglo XIX se caracterizó por una frecuente reestructuración administrativa, que refleja las constantes guerras partidistas. En la región de Santurbán esta reestructuración fue visible en las diferentes divisiones territoriales que se produjeron desde mediados del siglo, hasta la primera década del siglo XX. La estructura agraria tradicional amplió las zonas de cultivo y pastoreo; se establecieron políticas de explotación intensivas en cultivos como el algodón y el tabaco; al mismo tiempo se desarrollaron proyectos dirigidos a conocer y consolidar al Estado, como la Comisión Corográfica que realizó un estudio profundo de las particularidades nacionales, su territorio y potencial (Domínguez 2004).

Para la zona del páramo la Comisión registró un aumento de la población en las zonas mineras (Martínez Garnica 1994). A finales de ese siglo los gobiernos conservadores eliminaron las medidas

proteccionistas de los liberales, y promovieron la explotación minera por parte de compañías extranjeras, como la Francia Gold and Silver Ltd. (1897), mediante contratos de muy alta rentabilidad (Carreño 2011).

Al inicio del siglo XX, en un proceso de reordenamiento político y territorial, se dividió el denominado Gran Santander en Santander y Norte de Santander y hubo un aumento de la población rural (Corpes 1991). La época conocida como “La Violencia”, que se extiende entre el final de la década de los treinta y el final de los cuarenta, genera migraciones hacia los centros urbanos; Bucaramanga, por ejemplo, duplicó su población entre 1938 y 1951. En las zonas rurales se dividió aún más la propiedad y se continuó la ampliación de la frontera agrícola. Se comenzó a registrar erosión y disminución de la cobertura forestal en la provincia de García Rovira, al sur del páramo de Santurbán (Corpes 1991). Este proceso de intensificación del uso del suelo y subdivisión de la propiedad continuó durante la segunda mitad del siglo XX, generando fenómenos erosivos notorios.

La segunda mitad del siglo se caracterizó por una reconfiguración territorial que giró en torno a tres ejes: el auge minero y la transición de la minería de manos de empresarios locales a empresas multinacionales; la entrada a la región de grupos armados y la actividad contrainsurgente del Estado, y la emergencia de la institucionalidad ambiental.

Hacia finales de los setenta, la minería entró en un nuevo ciclo de ascenso. En el occidente del páramo se estableció la minería por parte de pobladores locales, ya sea porque compraron a mineros extranjeros (como es el caso de La Tosca y Reina de Oro) o porque iniciaron explotación (La Elsy y Providencia). Este proceso convergió con el auge de la minería a nivel nacional, que se reflejó en la expedición del primer Código Minero

Nacional (1988), y con la atención internacional a las reservas mineras del país. A finales del siglo llegó a la región la empresa canadiense Greystar Resources (ahora Eco-Oro Minerals Corp) (1997).

Este crecimiento minero coincidió con las acciones en la zona de grupos insurgentes como las FARC-EP y el ELN, (Trujillo 2012), que se tomaron varios centros urbanos y que luego fueron combatidas por el Gobierno, a través de una serie de operaciones militares (Operación Berlín, establecimiento del Batallón Laches). Al inicio del siglo XXI, con el dominio militar, entraron a la región numerosas empresas multinacionales, que compraron títulos y tierras a propietarios locales.

A lo largo de la segunda mitad del siglo, de forma paralela a la dinámica territorial dada por la minería y el conflicto armado, se hizo visible en la región el interés estatal por la conservación del medio ambiente –a nivel nacional se estableció el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (Inderena) (1968) y se expidió el Código Nacional de Recursos Naturales (1974). En este período, se crearon las dos autoridades ambientales con jurisdicción en la región (CDBM en 1965 y Corponor en 1993) y empezó la iniciativa de conservación Genor-Enor, que reunió a instituciones ambientales regionales y nacionales y fue sin duda el origen de acciones de conservación estatales vigentes actualmente (como el Parque Nacional Regional (PNR) Sisavita).

Lo que va corrido del siglo XXI se ha caracterizado por la entrada a la región occidental de numerosas empresas mineras multinacionales, la presencia en el territorio del sector ambiental estatal a través de normas de orden nacional y figuras de ordenamiento territorial, y la conformación de organizaciones sociales, que desde Bucaramanga y Cúcuta sobre todo, han manifestado su inconformidad con la actividad minera.

En este período se hace cada vez más visible una tensión entre el discurso de la conservación y el desarrollo extractivo. También se declararon las tres áreas protegidas del complejo (DMI Berlín en 2007, PNR Sisavita 2008 y PNR Santurbán 2013), con respaldo en algunos casos de organizacio-

nes internacionales. Tanto a nivel nacional como regional las autoridades ambientales emitieron normas y documentos técnicos que pusieron de manifiesto la visibilidad de los páramos como objeto de protección estatal; ejemplo de ello son la Reforma al Código Minero (2010) y la Ley del Plan de Desarrollo (2011) que en el artículo 202, parágrafo 1, prohíbe la actividad minera y agrícola en los páramos.

La emergencia y visibilidad de movimientos sociales en torno al páramo es otra de las características de este período. Si bien estos movimientos han sido identificados en general por la opinión pública como interesados en la conservación del páramo, se trata de un movimiento heterogéneo, que incluye organizaciones de pequeños mineros que se oponen a la minería a gran escala o que tienen relaciones ambiguas con ella; ONG, academia y habitantes de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona preocupados por la calidad y acceso al agua; agremiaciones de profesionales y sector productivo de Bucaramanga en oposición a los proyectos a gran escala; organizaciones de segundo nivel que articulan a otras organizaciones y organizaciones internacionales que se oponen a la minería a gran escala.

3.2. División políticoadministrativa y figuras de ordenamiento territorial

Treinta municipios de los departamentos de Norte de Santander y Santander poseen territorio en el CJSB, tal como se detalla en la tabla 1.

Las áreas protegidas declaradas a la fecha en el CJSB (Figura 1), cuyas categorías son reconocidas en el Decreto 2372 de 2010 corresponden a lo que se presenta en la tabla 2.



Tabla 1. Superficie municipal en el CJSB (datos en hectáreas). Fuente cartografía páramos 1:100.000 (I. Humboldt, 2012).

Departamento	Municipio	Corporación	Superficie en el CJSB (ha)	% de la superficie municipal en el CJSB
Santander	Vetas	CDMB	7.028	75,90%
	Tona		18.787	56,70%
	Suratá		9.629	26,50%
	California		1.016	22,70%
	Charta		1.188	9,40%
	Piedecuesta		2.074	4,30%
	Matanza		242	1,00%
	El Playón		90	0,20%
	Santa Bárbara	CAS	4.276	19,30%
	Guaca		1.235	4,10%
Norte de Santander	Mutíscua	CORPONOR	10.675	66,70%
	Silos		20.457	64,60%
	Cácota		4.739	34,10%
	Cucutilla		9.979	27,00%
	Arboledas		11.879	25,90%
	Pamplona		7.228	24,20%
	Villa Caro		8.382	21,10%
	Cáchira		9.236	15,00%
	Salazar		6.590	13,40%
	Labateca		2.471	9,70%
	Pamplonita		748	4,40%
	Ábrego		2.963	2,10%
	Gramalote		141	0,90%
	Bochalema		147	0,80%
	Chinácota		136	0,80%
	Lourdes		71	0,80%
	Chitagá		563	0,50%
	Toledo		588	0,40%
	Bucarasica		23	0,10%
	La Esperanza		27	0,00%

Figura 1. Áreas protegidas declaradas en el CJSB.

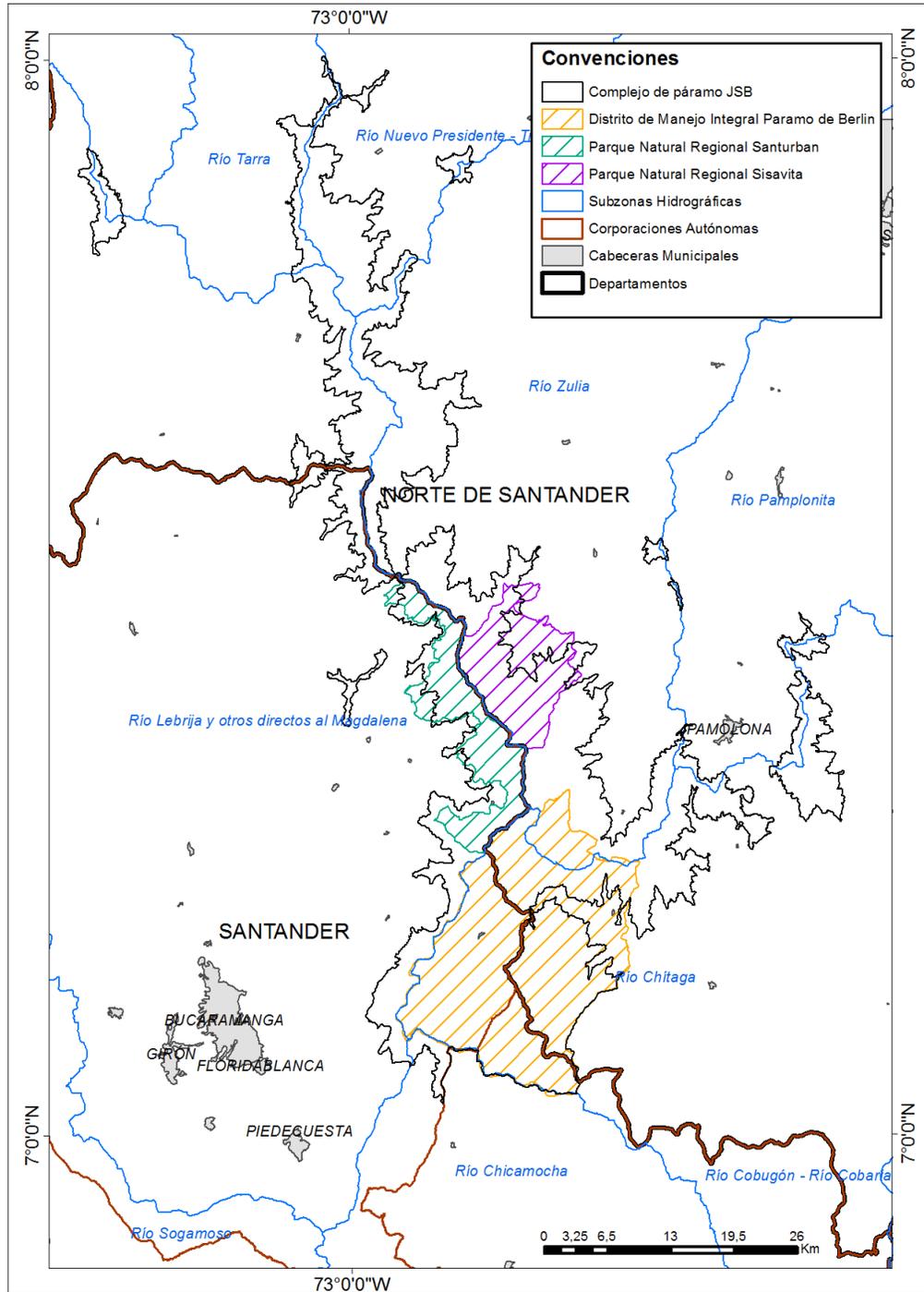


Tabla 2. Áreas protegidas declaradas a enero de 2013. Fuente: RUNAP y CDMB.

Área protegida (año de creación)	Superficie total (ha)	Superficie en el CJSB (ha)	Superficie (ha) del AP por Municipio
Distrito de Manejo Integrado Berlín (2007)	44.272	14.738	Tona (14.860)
			Mutiscua (1.931)
			Silos (27.462)
Parque Natural Regional Sisavita (2008)	12.248	8.970	Cucutilla (12.248)
Parque Natural Regional Páramo de Santurbán (2013)	11.700	10.582	Suratá (514)
			Tona (5.478)
			Vetas (5.708)
Total áreas protegidas	67.930	34.290	

De acuerdo con lo anterior, de las 142 608 ha del CJSB identificadas a escala 1:100.000, el 24%, se encuentran bajo alguna figura de protección reconocida en el Decreto 2372 de 2010, pero solo el 13.7% están bajo protección estricta (correspondientes a la figura de Parque Natural Regional), es decir que allí se excluyen actualmente y de forma explícita las actividades mineras y agropecuarias, sin perjuicio de lo establecido en la Ley 1450 de 2011 (Plan de Desarrollo), frente a la exclusión de las actividades mineras en los ecosistemas de páramos.

3.3. Población

El presente análisis buscó establecer la población que reside al interior del páramo y su proporción en relación al total de población presente en los municipios que tienen territorio en el ecosistema paramuno. Para ello, se obtuvieron datos del DANE, Sisben y reportes de algunas alcaldías, los cuales muestran diferencias considerables que dificultan el análisis de esta temática. En general se observó que la información suministrada por algunas alcaldías en documentos y comunicaciones personales presenta diferencias considerables en relación a la registrada en fuentes formales como el DANE y el Sisben. Sin embargo no se logró obtener datos para todos los municipios, y prevemos que los datos reportados por fuentes locales no obedecen a la misma metodología, limitando por ello su uso y comparación entre ellos. Por lo anterior se tomó la decisión de usar la información del DANE, ya que a parte de su oficialidad, es la única fuente que discrimina la población total municipal de aquella que puede estar residiendo al interior del área paramuna identificada.

Considerando lo anterior, en los treinta municipios que tienen territorio en el CJSB, se encontrarían un total 390 264 habitantes de acuerdo con las proyecciones a 2012 realizadas por DANE. De esta población el 53.6% (209 000 hab.) se encontrarían en cabeceras municipales al tiempo que un 46.4% (181 264) corresponden al área rural. No se dispone de información verificada de la población residente al interior del ecosistema paramuno. Sin embargo el DANE, por solicitud del Instituto Humboldt, ha estimado que al menos 8985 se encontrarían ubicados en al interior del complejo paramuno, equivalentes al 2.3% del total municipal (figura 2). De ellos 1500 se ubican en zona urbana distribuidos en la cabecera municipal de Vetas (831 habitantes) y en áreas urbanas dispersas del corregimiento de Berlín (669 habitantes) en el municipio de Tona.

En la tabla 3 se compara la población total, rural y urbana en los municipios de mayor cantidad de pobladores con respecto al área de páramo identificada, incluyendo el número total de predios, según datos de la CDMB y Corponor.

3.4. Subregionalización del complejo Jurisdicciones – Santurbán – Berlín

El CJSB posee divergencias significativas en aspectos biofísicos y socioculturales que permiten diferenciar tres subregiones: la subregión suroccidental (en jurisdicción de la CDMB), la subregión Berlín (en el sur del complejo, jurisdicción de las dos corporaciones) y la subregión nororiental (en jurisdicción de Corponor), tal como se muestra en la figura 3. En el apartado dedicado a la identificación de actores se presenta una caracterización detallada de cada una de estas tres subregiones.

Lo que denominamos la subregión Berlín se ubica en el extremo sur del CJSB y corresponde al área declarada por la CDMB y CORPONOR como Distrito de Manejo Integrado Páramo (DMI) de Berlín³. Abarca territorios de cinco municipios, y tiene una extensión de 40 374 hectáreas, de las cuales la mayor parte corresponde al municipio de Silos (Norte de Santander), seguido por Tona (Santander) y Mutiscua (Norte de Santander).

La subregión suroccidental está conformada por ocho municipios del departamento de Santander.

³ Cabe aclarar que en dicha declaratoria se consideró a las veredas Mongorote del municipio de Guaca y a la vereda Volcanes del municipio de Santa Bárbara como sectores de la vereda Antala del municipio de Silos, razón por la cual los municipios de Guaca y Santa Bárbara no se mencionan en la declaratoria.

Tiene una extensión de 25 713 hectáreas de las cuales la mayor parte corresponde al municipio de Surata, seguido de El Playón, Matanza, California, Vetas, Charta, Tona y Piedecuesta entre otros. Los municipios con mayor porcentaje de su territorio dentro de esta subregión son Vetas (78%) y Surata (25%).

Finalmente, la subregión nororiental abarca el área de páramo de veinte municipios de Norte de Santander, a excepción del área de páramo de los municipios de Silos y Mutiscua, incluida dentro del DMI Páramo de Berlín con un área total de 76 139 hectáreas (territorio que en este documento se caracteriza en la sección correspondiente a la subregión Berlín).

Figura 2. Distribución de la población en el contexto regional del CJSB.

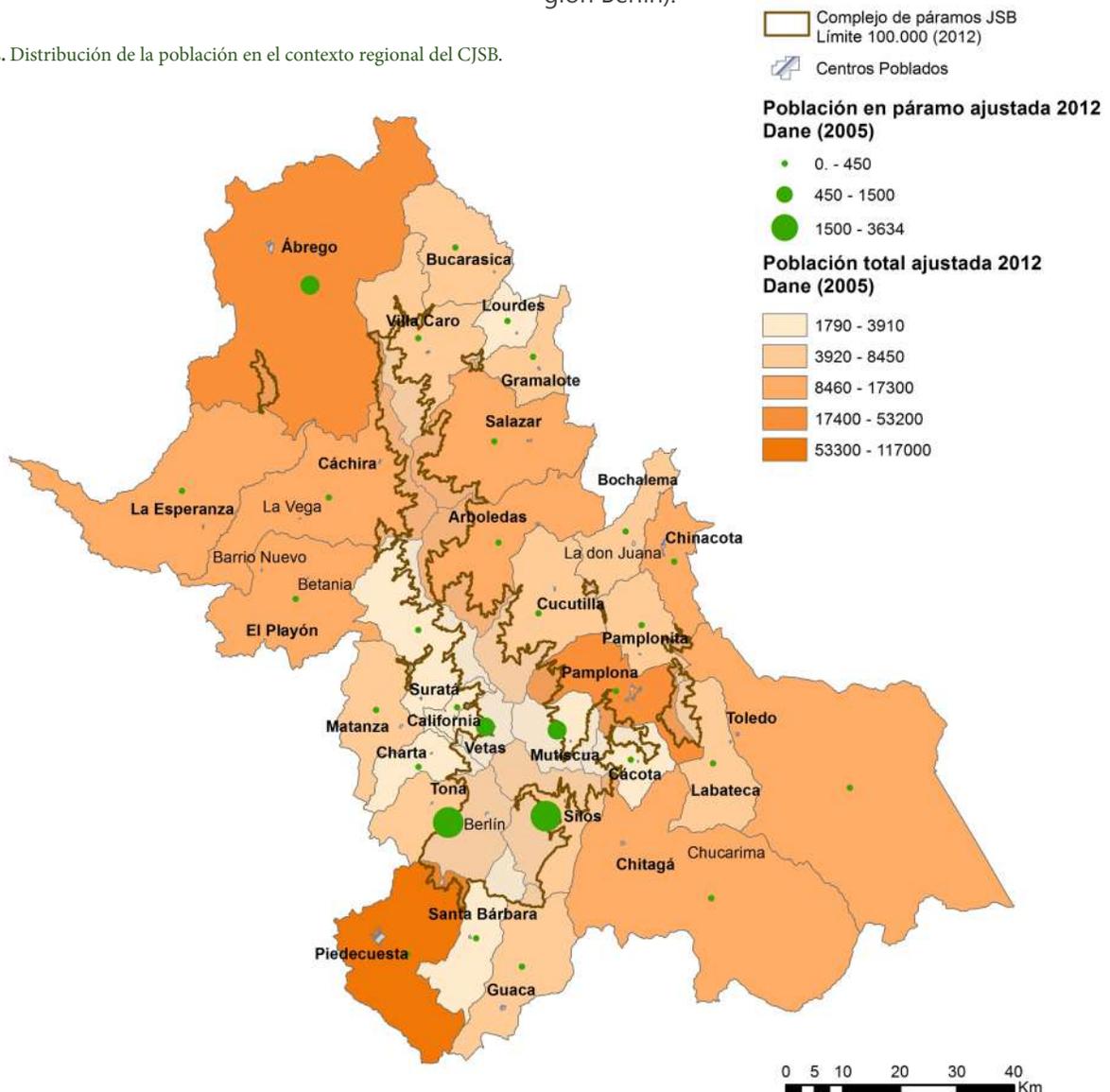


Figura 3. Subregiones propuestas para el CJSB

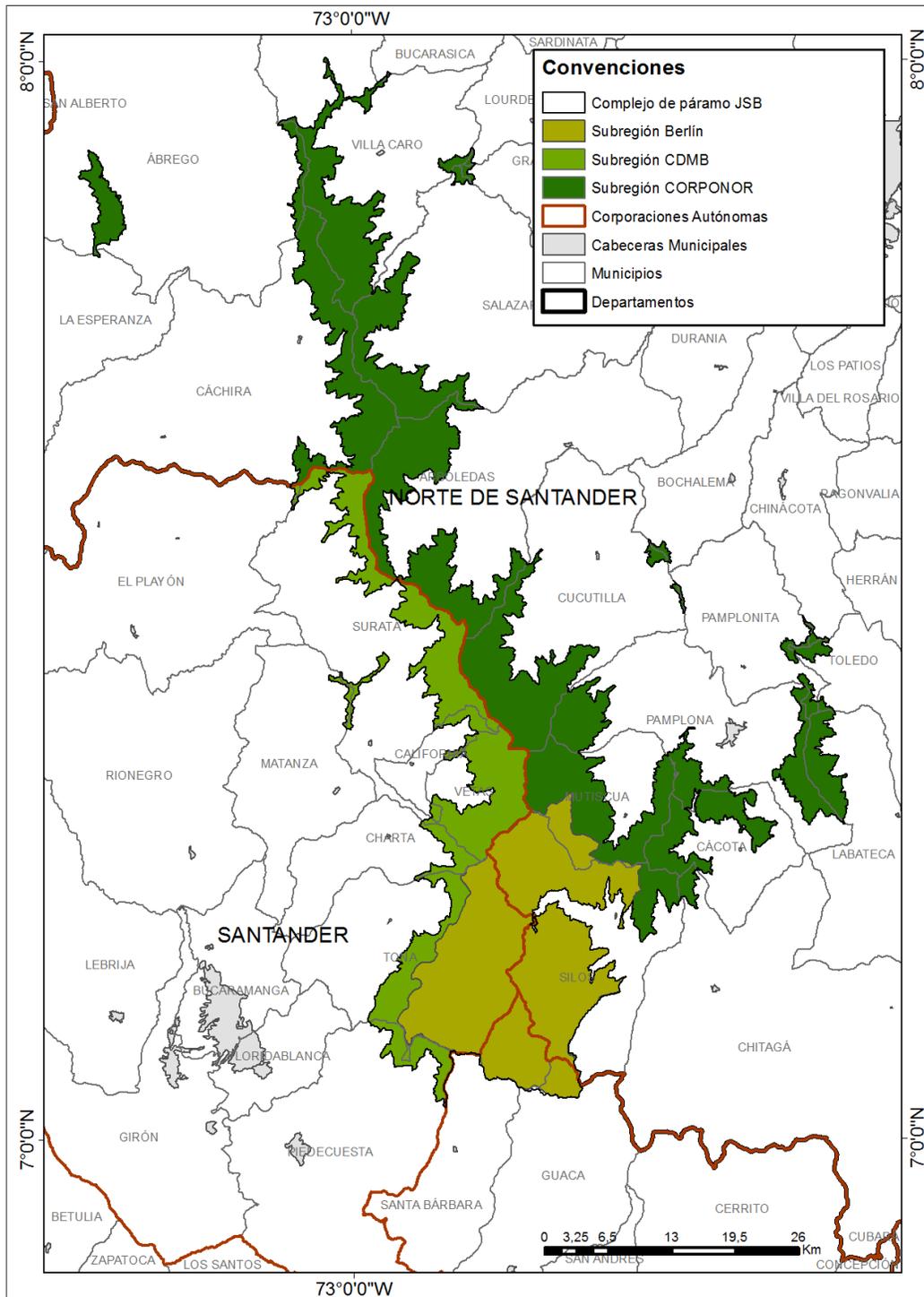


Tabla 3. Personas, hogares y viviendas en los municipios más poblados del CJSB según estimativos del DANE con base en el censo 2005. Número de predios con base en información de CDMB.

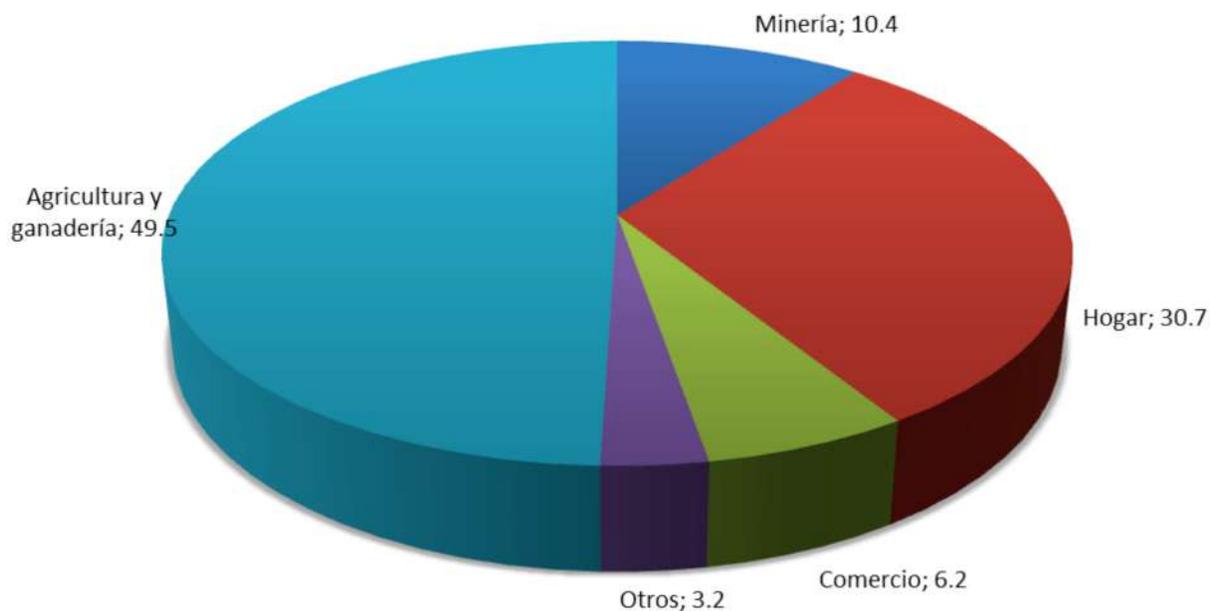
Municipio	Población a nivel municipal			Población en páramo							
	Cabecera	Resto	Total	Total	Total	Rural			Urbana (cabecera municipal y otros centros poblados)		
						Hogares	Viviendas	No. predios	Total	Hogares	Viviendas
Vetas	559	1150	1709	1483	652	182	216	411*	551	147	153
Tona	508	6143	6651	3630	2918	772	969	1653	659	178	201
Mutiscua	589	3258	3847	780	776	184	229	872	0	-	-
Silos	935	4251	5186	1598	1590	379	436	1205	0	-	-
Suratá	661	2904	3565	110	108	29	48	341	0	-	-
Total	17.706	3.252	20.958	7.601	6.035	1.546	1.898	4.482	121	325	354

3.5. Principales actividades productivas

Si bien es difícil hablar del CJSB como una unidad en términos productivos debido a la heterogeneidad que allí se presenta, es posible hacer algunas generalizaciones sobre la actividad económica en el complejo. En estudio reciente adelantado por Fedesarrollo (2013) basado en 250 encuestas realizadas en los municipios de Arboledas, Cáchira,

Cácota, California, Charta, Cucutilla, Mutiscua, Silos, Suratá, Tona y Vetas se reportó como actividad principal la agricultura (papa, cebolla, mora) y la ganadería, seguida por las labores del hogar y la minería, esta última registrada únicamente en los encuestados de los municipios de Vetas y California quienes presentan la minería de oro como su principal ocupación (figura 4).

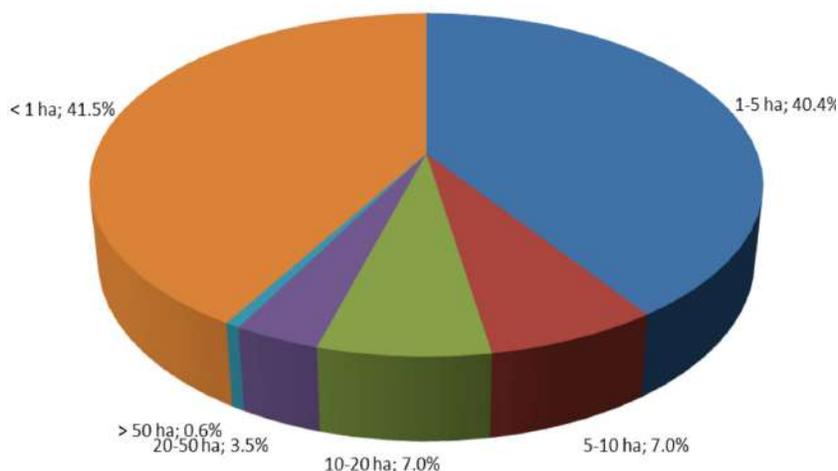
Figura 4. Actividades de producción del CJSB. Fuente: Fedesarrollo (2013)



En la misma fuente, el 79% de los encuestados reportó ser dueño de sus predios, de estos tamaños variables que en su mayoría no superan las 5 hectáreas (figura 5).

En el mapa de coberturas de la tierra CLC (2005 – 2009), el 26.4% del CJSB presenta algún grado de transformación o reemplazo de la cobertura original de la tierra. La mayor parte de esta transformación

Figura 5. Tamaño de predios del CJSB. Fuente: Fedesarrollo (2013)



Tal como se verá con mayor detalle más adelante, es importante notar que las actividades productivas que se desarrollan en el CJSB se concentran de forma diferencial en las diferentes subregiones del complejo. En términos generales, es posible identificar la minería de oro como un componente central de la actividad productiva en la subregión occidental (Santander); la agricultura, principalmente de cebolla y papa para la provisión de mercados locales, regionales y nacionales en la subregión Berlín (Santander y Norte de Santander); y la ganadería extensiva en grandes propiedades, en la subregión nororiental (Norte de Santander).

es atribuible a áreas agrícolas heterogéneas (21%), seguida de pastos (3.4%). Esta transformación, como se presenta más adelante, se distribuye también de forma diferencial dentro del CJSB.

3.6. Oferta y demanda de agua

De acuerdo con Ideam, el CJSB se ubica en tres zonas y siete subzonas hidrográficas, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Zonificación hidrográfica del entorno regional del CJSB (Fuente: IDEAM, 2010)

Vertiente del CJSB	Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	Área de la subzona hidrográfica (ha)	Área del CJSB en la subzona hidrográfica (ha)	% del CJSB en la subzona hidrográfica (ha)
Vertiente oriental	Caribe	Catatumbo	Río Algodonal (Alto Catatumbo)	234 020	714	0,31
			Río Nuevo Presidente - Tres Bocas (Sardinata, Tibu-)	344 147	9850	2,86
			Río Pamplonita	140 603	2116	1,5
			Río Tarra	176 346	2422	1,37
			Río Zulia	342 787	41 735	12,18
Vertiente occidental	Orinoco	Arauca	Río Chitaga	248 904	49 746	19,99
			Magdalena Cauca	Medio Magdalena	Río Lebrija	964 183

Hemos definido el área de influencia regional del CJSB con base en los límites físicos de estas subzonas hidrográficas. Esta área así definida comprende 68 municipios de los departamentos de Boyacá (2 municipios), Cesar (6 municipios), Norte de Santander (40 municipios) y Santander (20 municipios), como se muestra en la figura 6.

De acuerdo con los resultados del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010), la oferta hídrica en las subzonas que comprenden el entorno regional es mayor que la demanda (tabla 5). La mayor demanda se presenta en la subzona hidrográfica del río Lebrija, como se muestra en la figura 7.

Figura 6. Subzonas hidrográficas del CJSB

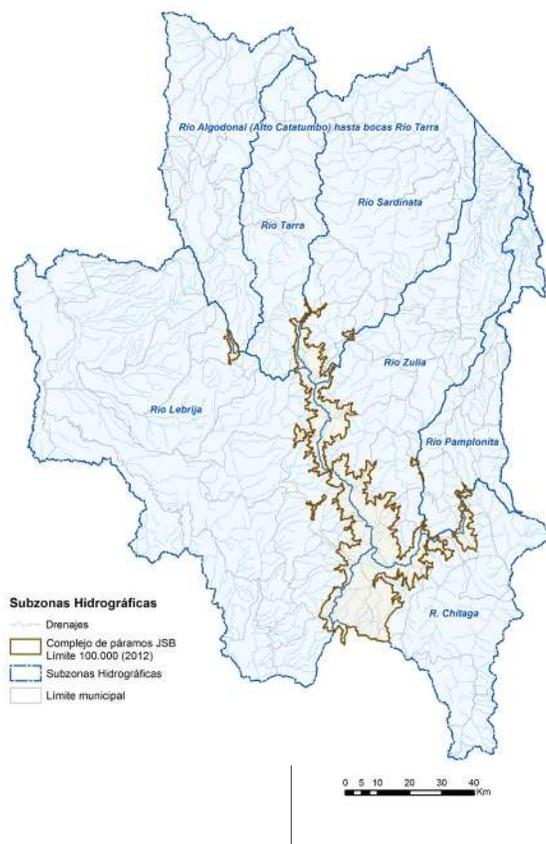
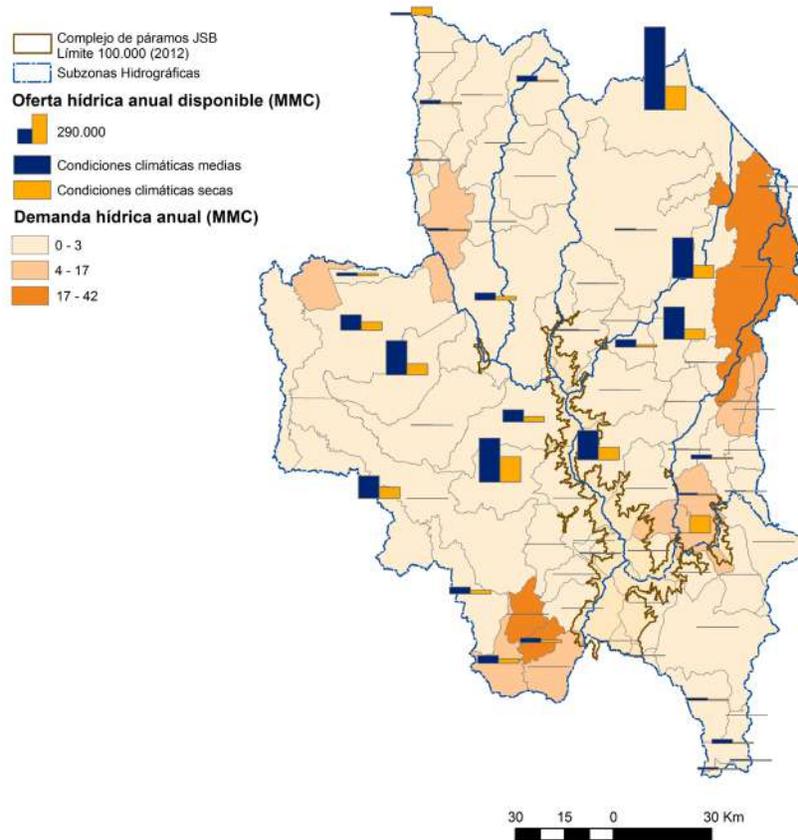


Tabla 5. Oferta y demanda hídrica de las subzonas hidrográficas del entorno regional del CJSB. Fuente: Estudio Nacional del Agua – Ideam (2010)

Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	Oferta disponible		Demanda (mm ³ /año)
		Oferta media (Mm ³ /año)	Oferta seca (Mm ³ /año)	
Catatumbo	Río Pamplonita	745	218	168.49
	Río Zulia	2293	805	182.19
	Río Nuevo Presidente	3657	1300	101.65
	Río Tarra	1338	513	17.34
Medio Magdalena	Río Algodonal	1912	600	42.66
	Río Lebrija	10 832	4165	681.28
Orinoco	Río Chitagá	1995	1028	15.06

Figura 7. Oferta y demanda hídrica anual entorno regional CJSB. Fuente: Estudio Nacional del Agua – Ideam (2010)



En la subregión de Berlín y parte de la subregión suroccidental se encuentra la zona con mayor demanda hídrica para consumo humano, correspondiente al Área Metropolitana de Bucaramanga, que se ubica en la subzona hídrica del río Lebrija. La demanda para Bucaramanga es de 37.79 Mm³/año, para Floridablanca de 17.37 Mm³/año y para Girón de 8.70 Mm³/año.

El sistema actual del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) toma las aguas de: a) el río Suratá, del cual son afluentes los ríos Vetas y Charta, que abastecen la planta de Bosconia; b) el río Tona, que abastece las plantas de La Flora y Morrórico; y 3) el río Frío, que hace parte de la subcuenca del río de Oro y abastece la planta de Floridablanca, con una capacidad de 2000, 1400 y 600 lt/seg respectivamente. Con este sistema de plantas se garantiza un caudal mínimo de 2960 lt/seg, con una confiabilidad del 100%, tratado en las cuatro plantas con una capacidad instalada de 4100 lt/seg³.

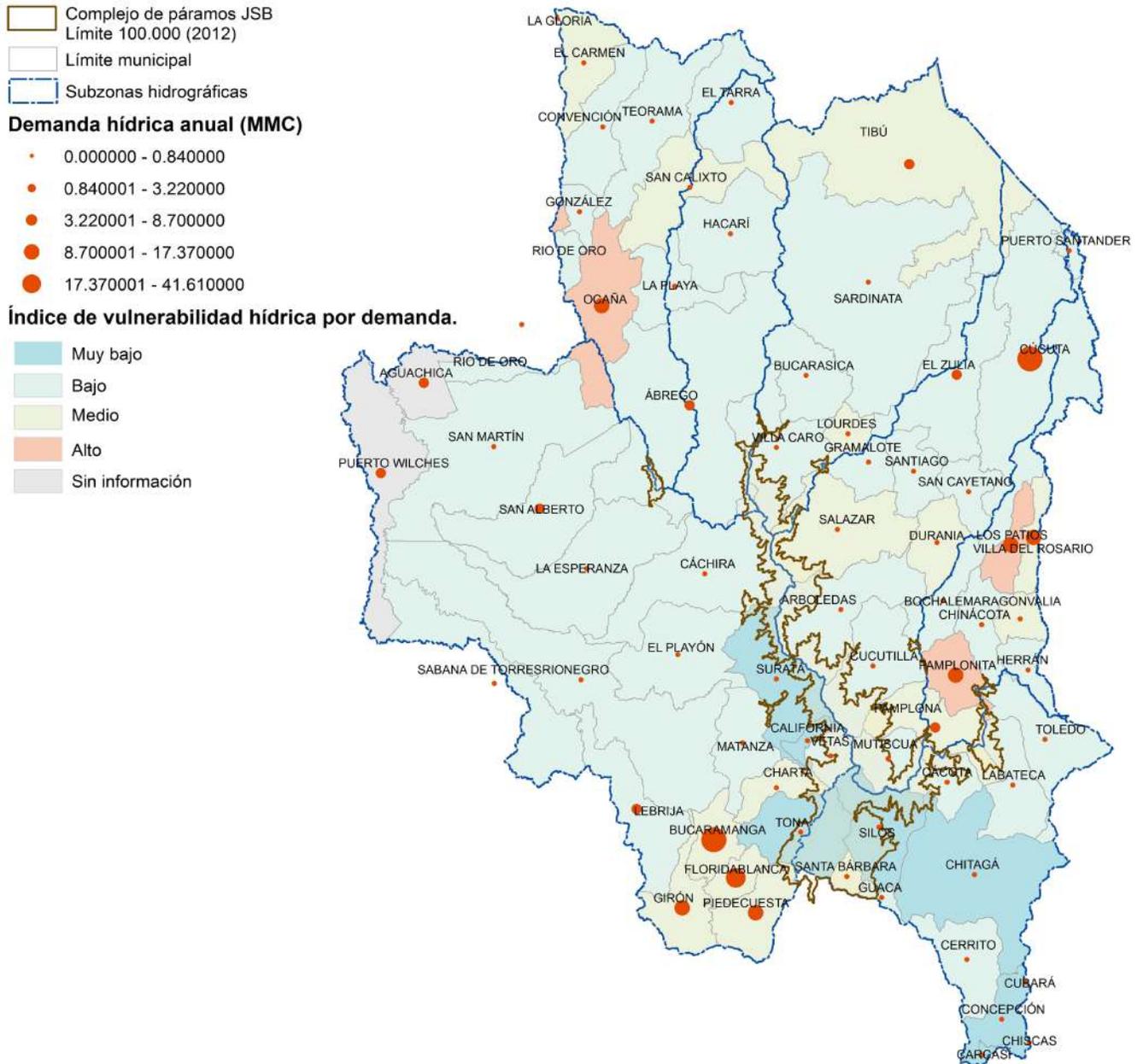
El AMB suministró en el año 2011 un total de 53.8 Mm³ facturados a 220 197 suscriptores, que representan a 942 249 usuarios de las cabeceras de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

En la actualidad, las fuentes que suministran el agua potable a Bucaramanga están siendo utilizadas en su máxima capacidad. En invierno captan 1400 lt/seg del río Tona (100% de la capacidad de la aducción existente), y en verano 650 lt/seg (el 46% de la capacidad instalada), por lo que se está previendo que debido al fenómeno de El Niño se suscite racionamiento del recurso hídrico. Por esta razón el AMB, con el fin de atender las necesidades futuras de la población actual y la proyectada, tiene previsto la construcción del embalse de Tona en la cuenca hidrográfica del mismo nombre.

Con la construcción de dicho embalse se espera un caudal de 3100 m³/seg, con un aporte de 1000 m³/seg, por lo que estiman un caudal confiable del pro-

³ Información obtenida de la página del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. <http://www.amb.com.co>

Figura 8. Índice de vulnerabilidad hídrica y demanda hídrica anual



yecto de 4100 m³ /seg, para garantizar el abastecimiento de agua a las tres cabeceras municipales por 25 años (AMB 2012). De acuerdo con su ubicación, el suministro de agua del AMB y los planes de expansión previstos dependerían del buen estado de conservación de las cuencas del río Suratá (el más afectado por la actividad minera) y Tona (con diferentes planes de construcción de represas para abastecer la demanda actual y proyectada).

La subregión nororiental del CJSB comprende las partes altas de las cuencas de los ríos Zulia, Pamplonita, Sardinata, Tarra y Algodonal (zona hídrica del río Catatumbo) y río Chitaga (zona hídrica del río Arauca).

En esta subregión la mayor demanda de agua se presenta en la subzona hídrica del Zulia, en la que se encuentra la ciudad de Cúcuta con una demanda de 41.61 Mm³ /año; en la subzona hídrica del Pamplonita se encuentran el municipio de Pamplona con una demanda de 3.10 Mm³/año, el municipio de Pamplonita con 6.27 Mm³/año, Los Patios con 4.49 Mm³/año y Villa del Rosario con 4.75 Mm³/año; y en la subzona hídrica del Algodonal, el municipio de Ocaña con 5.56 Mm³/año.

Como se presenta en la Tabla 5, la mayor parte del área en páramo del departamento de Norte de Santander hace parte de la cuenca alta del río Zulia, la cual soporta gran parte de las actividades productivas de la región. La principal actividad productiva en esta cuenca es la producción de papa, frutales y frijoles en la parte alta y media; arroz de riego, café, caña de azúcar y panelera y frutales de clima cálido en la parte baja de la cuenca. Para abastecer de agua a los productores existe el distrito de riego Asozulia que incluye a 1400 asociados con una concesión de 14 m³/s.

Junto con estas actividades agrícolas, la generación de energía para la central Termotasajero y el abastecimiento de agua para la ciudad de Cúcuta son las principales demandantes del recurso hídrico del Zulia.

Termotasajero es una empresa de generación y comercialización de energía eléctrica, con una planta que capta agua para los procesos de enfriamiento y generación energética, ubicada en el municipio de San Cayetano. En la actualidad esta planta

generadora capta 221 Mm³/año de la cuenca del río Zulia, que corresponde al 53% de la demanda en la cuenca⁴. Para el año 2009 esta planta tuvo ventas netas 194 000 millones de pesos y regalías por 2200 millones de pesos. Cabe mencionar que existe un proyecto denominado Tasajero II, que fue adjudicado al conglomerado surcoreano Hyundai Corporation.

Esta cuenca también aporta el 30% del agua que surte el acueducto de Cúcuta⁵, el cual es operado por la empresa Aguas Kapital, que cuenta con una concesión de aguas de 31.5 Mm³/año (1000 LPS) de la cuenca del río Zulia y se surte en un 70% de esta cuenca. Actualmente se encuentra en proceso de optimización para aumentar la producción a 2500 lt/seg (de acuerdo con el plan de desarrollo Cúcuta). De acuerdo con Cercapaz (2012) los consumos de agua en la región oriental del Santurbán equivalen a: Aguas Kapital 4%, Termotasajero 32%, y el Distrito de Riego del río Zulia (64%).

Entre los proyectos que se encuentran en estudio y requieren consumos significativos o pueden afectar al recurso hídrico está la futura construcción del embalse multipropósito del Cínera. Este embalse se plantea como una solución para el suministro de agua potable a todos los municipios del área metropolitana de Cúcuta y los municipios de Ureña y San Antonio del Táchira, en Venezuela. También prestaría servicios de generación de energía, agua para riego de arroz en las cuencas media y baja del río y ecoturismo.

Otra subzona hidrográfica de gran importancia para el Norte de Santander es la del río Pamplonita, en cuyo territorio se encuentra asentada alrededor del 65% de la población total departamental⁶.

La parte alta de esta cuenca que está localizada en área de páramo en los municipios de Pamplona, Pamplonita y Chinácota. Según Corponor (2008)

⁴ Esta empresa adquirió un área de 5.000 ha en Sisavita, únicamente para el fin definido de conservación ambiental y en compensación al uso que se da al recurso hídrico.

⁵ Con centro en el área metropolitana de Cúcuta, donde se concentra el 79% del total urbano del departamento, en los municipios de Los Patios, Villa del Rosario, El Zulia, San Cayetano y Cúcuta (776.756 habitantes).

⁶ La cuenca del río Pamplonita está conformada por 10 municipios. Los municipios que están en su totalidad dentro de la cuenca son: Villa del Rosario (9.249,71 ha), Los Patios (12.714,46 ha), Chinácota (16.108,94 ha), Ragonvalia (10.003,40 ha), Herrán (10.410 ha). Los municipios que no se encuentran en su totalidad son: Puerto Santander (599,17 ha), Cúcuta (31.909,64 ha), Bochalema (14.560,75 ha), Pamplonita (16.628,63 ha) y Pamplona (12.350,27 ha) (Pomca Río Pamplonita).

la demanda de agua para esta cuenca es de 130.3 Mm³/año. La principal actividad productiva demandante del recurso hídrico es la agricultura de arroz de riego, caña de azúcar, plátano, frutales de clima cálido, palma, yuca y café en la parte media y baja de la cuenca, la cual requiere 3.3 Mm³/año. El uso industrial y pecuario requieren 1.5 Mm³/año y 3.3 Mm³/año) respectivamente.

De esta subzona hidrográfica se surten los acueductos de Pamplona, Pamplonita, Los Patios, Chinácota, Ragonvalia y algunas veredas de Cúcuta, Pamplonita, Los Patios y Bochalema.

La Empresa de Servicios Públicos Empopamplona S.A. E.S.P. es la entidad encargada de llevar el suministro de agua a la zona urbana del municipio de Pamplona a un total de 12 186 usuarios. Todo el sistema incluye cuatro fuentes de abastecimiento con sus respectivas captaciones y desarenadores: Quebrada Cariongo y El Rosal, que suministran agua cruda a la planta Cariongo, Quebrada Ucuques o El Mono y Quebrada Morronegro o Potreritos, que suministran a la Planta Monteadentro.

Se presenta conflicto por el uso del agua principalmente en la parte media y baja de la cuenca. Esta situación ha sido ocasionada por la alta demanda para riego y consumo humano, que supera en algunos casos la oferta del recurso hídrico y que configura índices de escasez del 86% para la parte baja al norte de la cuenca en los municipios de Cúcuta, Los Patios, Villa del Rosario, Puerto Santander, y del 42% para la parte media-alta al sur de la cuenca en los municipios de Bochalema, Pamplonita y Pamplona (año seco).

Estos corresponden a índices de escasez alto y medio alto, respectivamente, que han sido estimulados por los procesos de transformación del territorio y destrucción de bosques protectores de las partes altas, zonas de recarga hídrica y zonas de retiro (zonas aledañas a ríos y quebradas), así como por las condiciones climáticas del área, presentándose bajas precipitaciones (500–1000 mm) y altas temperaturas (18°–28°C) que determinan altos valores de evapotranspiración potencial (1300–1900 mm) y que configuran índices de aridez secos a muy secos, en suelos que han perdido su cobertura natural y que presentan en algunos sectores procesos erosivos moderados a severos y muy severos⁷.

7 Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - Corponor. Plan de

En el extremo norte del complejo, en la misma subregión nororiental, se encuentran las cuencas altas de los ríos Algodonal⁸, Sardinata⁹ y Tarra¹⁰. En Algodonal los usos principales del agua son agrícolas y para consumo humano. De acuerdo con la Agenda del Agua, elaborada por Cercapaz (2012), esta cuenca tiene altos índices de escasez, vertimiento de agroquímicos y aguas residuales domésticas.

De acuerdo con los datos presentados en el Estudio Nacional del Agua 2010, actualmente no hay déficit en la oferta hídrica en el CJSB en época lluviosa, sin embargo sí se presenta una reducción considerable en época seca (ver figura 7), especialmente en el sector occidental y sur-occidental (correspondiente a los municipios del AMB).

De especial consideración es el hecho que en el contexto territorial del CJSB, es el sector suroccidental (cuenca del río Suratá), la zona más crítica en relación a la disponibilidad hídrica. De acuerdo con el análisis presentado en el Conpes 3614 (DNP, 2009), las fuentes que suministran el agua potable a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón se encuentran en su límite máximo de utilización, lo cual no garantiza la oferta hídrica en los próximos años, situación que puede ser crítica de presentarse el fenómeno de "El Niño."

El mismo documento aclara que de acuerdo con las evaluaciones del Ideam, Bucaramanga y Floridablanca se encuentran entre los 18 municipios del país con mayor Índice de Escasez Municipal de Año Seco, siendo Bucaramanga la única ciudad de más de 500.000 habitantes en la cual este indicador tiene una calificación alta. Esto por supuesto le confiere una importancia singular a la gestión integral del territorio en las cuencas abastecedoras, lo cual puede no limitarse exclusivamente a la protección del ecosistema paramuno.

Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Pamplonita. Subdirección de Recursos Naturales. Grupo Técnico POMCH. 2010.

8 Municipio de Abrego.

9 Municipios de Bucarasica, Lourdes, Sardinata y parte de los municipios de Villa Caro, Salazar, Gramalote, El Zulia, Tibu.

10 Parte de los municipios de Villa Caro, Abrego, La Playa, Hacarí, San Calixto y El Tarra.

4 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LOS PÁRAMOS

Adaptado de David Rivera y Camilo Rodríguez, 2011



El Instituto Humboldt, por encargo del MADS bajo el Convenio Interadministrativo 10-068 de 2010, elaboró la Guía Divulgativa de Criterios de Delimitación de Páramos de Colombia (Rivera y Rodríguez 2011). Este documento fue el resultado de deliberaciones en las que participaron más de cien especialistas que asistieron a los diferentes eventos desarrollados durante el año 2010 y comienzos del 2011. Dicha guía sintetiza el esfuerzo de investigadores y conocedores de los páramos en aspectos biológicos, ecológicos, físicos y socioculturales.

A continuación se listan los criterios priorizados, adaptados y complementados para esta propuesta.

4.1 Criterios biogeofísicos

- Identificar la franja de páramo bajo o subpáramo y su variabilidad en el gradiente altitudinal.
- Identificar el modelado y los procesos morfogénicos en los paisajes de páramo.
- Reconocer la presencia de ecotonos y ecoclinas en el límite inferior del páramo.
- Identificar las condiciones de orden local que han facilitado la ubicación de los páramos fuera de los límites de distribución esperados (páramos azonales).

4.2 Integridad ecológica

- Considerar el rol de los ecosistemas de alta montaña en el ciclo hidrológico y la relación de estos procesos con la integridad del ecosistema.
- Evaluar de la conectividad entre el bosque altoandino y el páramo.
- Reconocer la variabilidad de la franja inferior del páramo frente al cambio climático y las medidas de adaptación necesarias para la mitigación de los impactos.
- Considerar franjas de ecosistemas adyacentes

que faciliten la conectividad entre áreas de menor extensión de ecosistemas paramunos.

4.3 Elementos socioeconómicos y culturales

- Reconocer de las comunidades presentes en el páramo, sus sistemas de producción y organización social.
- Identificar páramos que han sido total o parcialmente transformados.
- Identificar áreas "paramizadas" (aquellas en las que elementos florísticos propios de páramo se han extendido sobre áreas disturbadas, usualmente más bajas, fuera de los límites de distribución esperados).



5 IDENTIFICACIÓN DE LA FRANJA INFERIOR DEL ECOSISTEMA PARAMUNO

Carlos Sarmiento, María Victoria Sarmiento, Olga León, César Marín, Camilo Cadena y Diana Jiménez



5.1 Propósito y alcance

Los criterios de delimitación de los páramos mencionados en la sección anterior, llaman la atención sobre la necesidad de identificar adecuadamente los límites inferiores del ecosistema bajo las siguientes consideraciones: 1) el páramo bajo o subpáramo hace parte del ecosistema y su posición altitudinal no es homogénea (hecho registrado por los diferentes especialistas e igualmente reconocido en la Ley 99 de 1993 y resolución MADVT 0769 de 2002, entre otras normas); 2) los ecotonos, definidos como transiciones hacia ecosistemas adyacentes deben ser considerados y 3) la conectividad hacia otros ecosistemas debe ser igualmente considerada.

Se parte del hecho que las fronteras entre ecosistemas no se presentan como líneas precisas en el terreno y que su identificación en un mapa es un ejercicio de abstracción sobre un proceso ecológico (transición) que en realidad es gradual y se presenta a manera de una franja, cuya extensión en el gradiente altitudinal es variable e igualmente está condicionada por las características topo-climáticas y la trayectoria de las transformaciones históricas y recientes del paisaje. De acuerdo con los criterios de delimitación construidos desde 2010, se entiende que esta franja presenta claros elementos del ecosistema paramuno (clima, suelos, vegetación, entre otros) y por tanto es sin duda parte del páramo en sus diferentes acepciones, y por tanto necesaria para la conservación de su biodiversidad y funciones ecológicas.

Por otra parte se considera que la delimitación de los ecosistemas de páramo trasciende la identificación de la vegetación remanente y que de acuerdo con los criterios expuestos, el grado de transformación del ecosistema no constituye argumento para

su exclusión, pues al contrario, la reconocida importancia de los páramos para la provisión de servicios ecosistémicos llama a la necesidad de implementar estrategias de recuperación y restauración de la integridad ecológica, lo cual es reconocido plenamente en el marco jurídico vigente.

En este sentido desde el Instituto Humboldt se propone una alternativa para la identificación de dicha franja que no se limita a un ejercicio de fotointerpretación y por ello se basa en métodos que combinan información primaria (especialmente levantamientos de vegetación), aspectos climatológicos y topográficos locales, métodos de distribución geográfica potencial de las formas de crecimiento propias del páramo, así como reconocimiento en imágenes satelitales de alta resolución.

5.2 Aspectos conceptuales

Varios autores coinciden en la definición de páramo como una región de vida, ecosistema o bioma que comprende extensas zonas entre el límite de la vegetación boscosa y las nieves perpetuas (Monasterio 1980, Rangel-Ch 2000, Hofstede *et al.* 2003, Vargas y Pedraza 2004). Cuatrecasas (1958) los zonifica en subpáramo, páramo y superpáramo, mientras Cleef (1981) reconoce una zonificación fisonómica más detallada cuya distribución varía en relación con características climáticas (figura 9), en conjunto con aspectos topográficos, altitudinales, la exposición a las corrientes eólicas, influencia antrópica y el tamaño de la formación montañosa (Vargas y Pedraza 2004).

De acuerdo con Rivera y Rodríguez (2011), la delimitación del páramo en su franja inferior corresponde a la zona ecotonal del subpáramo bajo con el bosque altoandino, en donde las variaciones de la topografía, el clima y los suelos, permiten el de-

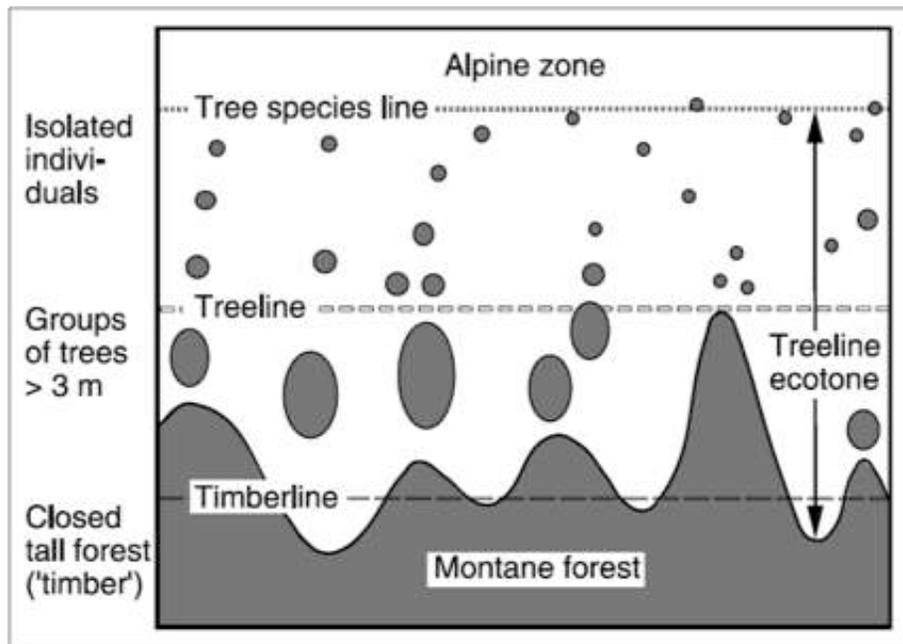
Figura 9. Zonación fisonómica de vegetación de páramo en una sección esquemática Oeste-Este. Cordillera Oriental (Tomado de Cleef 1981).



sarrollo de parches de bosque que se adentran en el subpáramo, como sucede entre los pliegues de las colinas. Por esta razón, este cinturón de vegetación es considerado como una franja de transición (ecotono o ecolina dependiendo de la gradualidad) entre la vegetación andina y paramuna, en donde la diferenciación entre los elementos exclusivos de cada una de ellas no es evidente (Vargas y Pedraza 2004).

Esta dinámica de la vegetación en la alta montaña a manera de gradiente, ha sido documentada en la literatura particularmente para ecosistemas montañosos alpinos y se han desarrollado conceptos enfocados a reconocer cambios en la estructura de la vegetación a lo largo del gradiente, que permiten identificar el límite entre el bosque montano superior continuo y cerrado, hacia una

Figura 10. Esquema de ecotono UFL (timberline) y "treeline" (Tomado Körner y Paulsen 2004).



Esta franja de transición consiste en formaciones vegetales que se interdigitan en el paisaje (Arzac et al. 2011, Körner y Paulsen 2004, Sarmiento et al. 2003, Suarez del Moral y Chacón-Moreno 2011), está constituida por vegetación semiabierta, arbustiva y boscosa, con una gran variabilidad en su composición florística, cobertura y fisionomía (Van der Hammen 1998, Sarmiento et al. 2003), razón por la cual muestra una alta riqueza y diversidad de especies (Bader et al. 2007, Ramírez et al. 2008, Llambí et al. 2014). Diversos trabajos indican que dicha transición se explica ante todo por un limitante térmico para el desarrollo de bosques de porte alto, entre otros factores de orden topográfico y edafológico, dando paso a una transición de elementos arbustivos y herbáceos.

matriz dominada por vegetación abierta de pajonales y arbustos, con presencia de árboles aislados o pequeños parches de bosques. Un primer concepto se refiere al límite superior del bosque (Timberline/Upper Forest Line - UFL) que corresponde a la máxima elevación donde el bosque continuo ocurre y marca el borde con la presencia de vegetación paramuna (Moscol & Cleef 2009), adicionalmente Körner & Paulsen (2004) reconocen la "Treeline", situada a mayor elevación que el límite superior del bosque continuo y es la línea que conecta los hábitat extrazonales más altos de árboles que pueden crecer en el páramo por condiciones especiales (Moscol & Cleef 2009) (Figura 10).

Teniendo en cuenta estas definiciones, se analizó la distribución de las formas de crecimiento arbóreas y arbustivas como una manera de representar la franja de transición entre bosque altoandino y la vegetación paramuna, ya que variaciones en la forma de crecimiento, debidas principalmente a la influencia de las condiciones abióticas que se presentan en el gradiente altitudinal sobre la vegetación, caracterizan el cambio gradual entre la vegetación boscosa cerrada y la paramuna. En este sentido, estudios recientes en ecosistemas de alta montaña han demostrado que existe una fuerte relación entre la forma de crecimiento de las plantas con su respuesta adaptativa-funcional al ambiente (Arzac *et al.* 2011).

Además, este enfoque permite superar limitaciones que se presentan con los estudios de tipo florístico-taxonómico, ya que se dificulta la comparación entre investigaciones y la generalización de patrones que sean aplicables más allá de la localidad de donde provienen los datos, dado que las comunidades vegetales que se describen pueden ser únicas de cada lugar. De igual forma, estos estudios no hacen explícitos los vínculos entre los cambios en la estructura de la comunidad y las respuestas adaptativas de las plantas a las variaciones en los factores ambientales críticos (Arzac *et al.* 2011, Llambí *et al.* 2014, Suárez del Moral y Chacón-Moreno 2011).

Cabe resaltar la importancia que tiene el estudio y la identificación de la franja de transición bosque altoandino- páramo, por tratarse de una zona particularmente sensible a ser afectada por el cambio climático global, al constituir la zona potencial de colonización o avance del bosque sobre el páramo. Es por ello que la relevancia de definir esta zona de transición es prioritaria para su conservación ya que se ha encontrado que muestra una alta diversidad de especies, además de encontrarse amenazada por el avance del uso de la tierra en actividades económicas cada vez menos sostenibles (Van der Hammen 1998, Rangel-Ch 2000, Arzac *et al.* 2011, Suárez del Moral y Chacón-Moreno 2011).

5.3 Métodos

Se identificó la franja de transición entre el bosque altoandino y el páramo, a partir de la distribución de las formas de crecimiento arbóreas y arbustivas.

Se da cuenta de la variabilidad en la amplitud de dicha franja a lo largo del CJSB, y los factores climáticos y topográficos que causan esta variación. Para tal fin, se tuvo en cuenta que en el área de estudio, esta franja puede no estar presente hoy en día o bien, su composición a nivel de especies, distribución altitudinal, estructura, entre otras características, pudieron haber sido alteradas por diferentes procesos de intervención humana. Por esta razón, se planteó el uso de modelos de distribución potencial basados en el modelamiento del nicho ecológico, porque permiten predecir la distribución geográfica de una entidad biológica, en este caso formas de crecimiento de la vegetación, usando registros de presencia en conjunto con variables climáticas y topográficas.

5.3.1. Obtención de datos

Para las formas de crecimiento arbustivas se recopilaron registros biológicos de presencia de especies con este hábito, típicas de la franja de transición entre el bosque altoandino y el páramo. Estos registros provinieron de las siguientes fuentes: 1) Base de datos de información biológica relativa a los páramos del país, elaborada para la Actualización Cartográfica del Atlas de Páramos a escala 1:100.000 por el Instituto Humboldt (Sarmiento *et al.*, 2013); 2) Estudio de la Corporación Autónoma de la Meseta de Bucaramanga (2012) y otros estudios disponibles para el páramo de Santurbán; y 3) Levantamientos de campo efectuados en el marco del Proyecto Páramos y Sistemas de Vida del Instituto Humboldt (2013). En total se recopilaron registros (localidades asociadas a una coordenada geográfica), distribuidos de la siguiente manera: formas de crecimiento arbustivas: 13 familias, 25 géneros y 38 especies; formas de crecimiento herbáceas: 31 familias, 46 géneros y 52 especies, y formas de crecimiento arsetadas: 2 familias, 4 géneros y 15 especies.

Para las formas de crecimiento arbóreas se obtuvieron datos de presencia mediante un muestreo de una imagen de satélite RapidEye de 5 m de resolución espacial (2009). Gracias a las características espectrales de la imagen y con apoyo de datos

de campo, se dedujo que la respuesta espectral típica para áreas boscosas se ve reflejada en tonos marrón y ocre en una composición de falso color (combinación RGB 543). Para esta forma de crecimiento se obtuvieron en total 200 registros.

5.3.2. Distribución geográfica potencial de formas de crecimiento arbóreo y arbustivo

Las técnicas de modelación actuales utilizan datos de presencia/ausencia o solo datos de presencia asociados a variables ambientales, generalmente climáticas y topográficas, derivadas de información sobre precipitación, temperatura y modelos de elevación digital (Plissock y Fuentes-Castillo 2011).

Usando la aproximación de los modelos de nicho ecológico, se modeló la distribución potencial de las formas de crecimiento arbustivas y arbóreas. Estos modelos se basan en el concepto de nicho ecológico de Hutchinson, el cual define el nicho como un hipervolumen de n dimensiones donde se encuentran las condiciones ambientales favorables, en las cuales la especie puede sobrevivir. Esta definición permite relacionar el espacio geográfico, con la noción del espacio multidimensional de n variables, donde una entidad biológica se encuentra (Peterson *et al.* 2011).

Aunque la aplicación más conocida de los modelos de nicho ha sido estimar la distribución potencial de especies, estas técnicas ofrecen otras aplicaciones a niveles de organización biológica superiores como el de comunidad y/o ecosistema porque la distribución geográfica de estas entidades biológicas, también está estrechamente relacionada con conjuntos de variables ambientales (Deblauwe *et al.* 2008, Riordan y Rundel 2009, Plissock y Fuentes-Castillo 2011).

Para modelar la distribución potencial de cada forma de crecimiento, se tuvieron en cuenta 19 variables climáticas, como las generadas por el proyecto WorldClim (Hijmans *et al.* 2005). Estas representan no solo los promedios anuales de precipitación y temperatura, sino los valores extremos y la estacionalidad del clima. Se obtuvieron superficies continuas de las variables climáticas a partir de in-

terpolaciones con el algoritmo "thin plate smoothing spline" utilizando el paquete ANUSPLIN v. 4.3 (Hutchinson 2006). Se emplearon datos mensuales de precipitación y temperatura máxima, media y mínima de 24 estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), localizadas en el área del CJSB, en conjunto con un modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 30 m proveniente del SRTM (más detalles sobre la metodología para la obtención de variables bioclimáticas se pueden consultar en el Anexo 2).

Además, se consideraron variables que describirían la topografía y el relieve, como la pendiente, la orientación de la pendiente, la acumulación de la escorrentía superficial y la curvatura. Estas variables se generaron igualmente a partir del modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 30 m proveniente del SRTM.

Para seleccionar las variables se tuvieron en cuenta aquellas que estuvieran estadísticamente menos correlacionadas y que ecológicamente explicaran la distribución y presencia de las formas de crecimiento ya mencionadas, tal como lo recomiendan algunos expertos (W. Thuiller, A. Guisan and N. Zimmerman *com. pers.*). Por lo tanto, la selección estuvo basada en el hecho de que la variación en la distribución altitudinal de la vegetación en la franja de transición bosque altoandino y páramo se ve fuertemente influenciada por las variaciones climáticas y topográficas como la precipitación, la radiación, el microrelieve y la exposición (Rangel-Ch 2000, Arzac *et al.* 2011, Suárez del Moral y Chacón-Moreno 2011, Moscol – Olivera y Cleef 2009).

De acuerdo a la disponibilidad de información y la escala cartográfica a trabajar (30 m de resolución), las variables que mejor reflejaron estas variaciones climáticas y topográficas fueron: 1) temperatura media anual, 2) temperatura máxima del mes más cálido, 3) temperatura mínima del mes más frío, 4) precipitación anual, 5) precipitación del mes más húmedo, 6) precipitación del mes más seco, 7) pendiente y 8) acumulación de la escorrentía superficial.

Para modelar se usó el programa MaxEnt 3.3.3k (Phillips *et al.* 2006, Phillips y Dudík 2008), ya que

este programa solo usa datos de presencia y predice la distribución potencial buscando la distribución de máxima entropía (o la distribución más cercana a la uniformidad), sujeto a la restricción de que el valor esperado de cada variable predictora, bajo ésta distribución estimada, coincida con las estimaciones de sus promedios empíricos (Phillips *et al.* 2006). El modelo obtenido muestra la probabilidad relativa de la distribución en toda una cuadrícula de celdas en un área geográfica definida, en la cual un valor de probabilidad alto asociado a una celda en particular, indica la probabilidad de esta celda de tener las condiciones ambientales adecuadas para que esté presente el objeto de la modelación (Elith *et al.* 2006). Además, ofrece la posibilidad de realizar pruebas de Jackknife para estimar las variables que más importancia tienen en el modelo y genera curvas de respuesta para cada variable, con el fin de conocer el comportamiento de la variable en relación con los valores de probabilidad de presencia. MaxEnt se utilizó bajo las opciones de configuración predeterminada (Phillips y Dudík 2008), corriendo 20 réplicas usando el método de "bootstrap".

Para el modelo de las formas arbustivas, se usaron diez registros como datos de prueba, porque provenían de levantamientos de campo recientes (2013), de los cuales se tenía certeza sobre la determinación taxonómica y la georreferenciación. Los 21 registros restantes se usaron como datos de entrenamiento. En el caso del modelo de formas de crecimiento arbóreas se ajustó la configuración para que usara el 80% de los datos como entrenamiento y el 20% como datos de prueba para evaluar el modelo. En ambos casos, se escogió el formato de salida logístico, porque es más robusto y fácil de interpretar en comparación con el formato de salida acumulativo (Phillips y Dudík 2008).

Se evaluó la calidad de los modelos resultantes (el modelo promedio de las 20 réplicas), teniendo en cuenta que la curva de la tasa de omisión de los datos de entrenamiento, no superara la curva de la tasa de omisión predicha (gráfica resultante del análisis de omisión y comisión que realiza MaxEnt).

Además se consideró el valor de AUC (área bajo la curva) de los datos de entrenamiento, el cual debía ser mayor de 0.75 con un valor de P menor a 0.05 (Elith *et al.* 2006).

Los modelos resultantes se reclasificaron usando tres valores umbrales para obtener mapas de distribución binaria (presencia/ausencia). Para la selección de un valor umbral no existen reglas que orienten la decisión, sobre todo cuando no se cuenta con datos de ausencias verdaderas. Sin embargo, el propósito general es hacer un balance entre los errores de omisión y comisión que pueden estar afectando la superficie del área predicha (Phillips *et al.* 2006, Pearson *et al.* 2007, Vasconcelos *et al.* 2011). MaxEnt ofrece un conjunto de 11 valores umbrales, los cuales pueden ser comparados entre sí con respecto a que tantos puntos de entrenamiento y de prueba dejan por fuera (tasa de omisión) de la superficie de área predicha. La decisión de qué tantos datos se dejen por fuera de esta área dependerá de la certeza que se tenga sobre la calidad de su georreferenciación (por ejemplo en los casos en los que los registros provienen de colecciones de museo). Cuando no hay certeza total de la calidad de los datos, resulta conveniente dejar un porcentaje de esos datos por fuera del área predicha.

Para este caso, los modelos se reclasificaron usando tres valores umbrales: *Balance training omission, predicted area and threshold value logistic threshold*, *10 percentile training presence logistic threshold* y *Minimum training presence logistic threshold*, teniendo en cuenta que son los valores más usados y recomendados en la literatura (Phillips *et al.* 2006, Pearson *et al.* 2007, Vasconcelos *et al.* 2011) cuando se trabaja solo con datos de presencia. La ventaja al usar tres valores para cada modelo, es que permitió establecer tres niveles de probabilidad que fueron denominados como alta, media y baja respectivamente, lo que se vio traducido en poder diferenciar la potencialidad de cada forma de crecimiento para ascender o descender por el gradiente altitudinal.

5.3.3. Modelo de distribución geográfica potencial franja de transición bosque altoandino-páramo

Se partió de la representación esquemática de la franja de transición bosque altoandino-páramo que se muestra en la Figura 10. En este esquema la franja está caracterizada por una cobertura discontinua del bosque altoandino, correspondiente a lenguas o parches de bosque que logran ascender de forma extrazonal, y una sucesiva predominancia de formas de crecimiento arbustivas entremezcladas con elementos arbóreos que disminuyen su abundancia y cobertura a medida que ascienden altitudinalmente.

Esta representación esquemática adapta el concepto de ecotono de Körner y Paulsen (2004), a las definiciones dadas por Cleef (1981) y retomadas por Van der Hammen (1997) sobre la zonificación altitudinal de los ecosistemas de alta montaña en el trópico, haciendo énfasis en la definición de la subzona de subpáramo bajo.

A partir de este esquema, se definió la franja de transición como la combinación entre la distribución potencial de las formas de crecimiento arbóreas (típicas del bosque altoandino) y arbustivas (propias del subpáramo bajo). Para llegar a esto, primero se establecieron los rangos de distribución altitudinal de cada forma de crecimiento a partir de los modelos de distribución potencial junto con curvas de nivel de la cartografía base IGAC, escala 1:25.000 lo cual se realizó en el programa ArcGis 10.1. Posteriormente se seleccionaron diez ventanas o sectores a lo largo del CJSB, en las cuales se determinó el rango altitudinal de la distribución de cada forma de crecimiento para poder representarlos con gráficos de cajas y bigotes (Box-Plot) como el que se muestra en la Figura 11.

Estos gráficos se construyeron teniendo en cuenta los diferentes niveles de probabilidad con los que se reclasificaron los modelos de distribución. En el caso de las formas arbóreas la caja sólida representa el rango de distribución con nivel de probabilidad alto, mientras la línea de máximos corresponde al

rango de distribución con niveles de probabilidad medio y bajo. En el caso de las formas arbustivas la caja sólida representa el rango de distribución con niveles de probabilidad alto y medio, mientras las líneas de máximos y mínimos corresponden al rango de distribución con nivel de probabilidad bajo.

En relación con el esquema de la Figura 11, en la gráfica de la distribución de las formas arbóreas, la caja sólida corresponde a la zona de bosque continuo, mientras que la línea de máximos corresponde a los elementos arbóreos aislados o extrazonales que van disminuyendo su cobertura a medida que se asciende en el gradiente altitudinal. Así mismo, en la gráfica de la distribución altitudinal de las formas arbustivas (Figura 12), la caja sólida corresponde a la zona en la que predominan los arbustos ubicada en el subpáramo bajo, mientras la línea de mínimos corresponde por una parte a la zona de contacto entre el bosque y el subpáramo bajo en la cual hay menor cobertura y abundancia de las formas arbustivas; y por otra parte la línea de máximos hace referencia a la zona de contacto entre el subpáramo alto y el páramo dominado por pajonales, donde también disminuye la cobertura y abundancia de las formas arbustivas.

El paso siguiente consistió en sobreponer cartográficamente las distribuciones potenciales de ambas formas de crecimiento para construir la franja de transición y junto con las curvas de nivel analizar y graficar para cada sector el rango de distribución de esta franja. Para este análisis se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones: a) la mayor altitud que alcanzan las formas arbóreas con niveles de probabilidad media y bajo, es decir árboles aislados; b) la menor altitud que alcanzan las formas arbustivas con nivel de probabilidad bajo; c) la caja corresponde a la intersección entre los niveles de probabilidad alta de árboles y altamedia de arbustos. La representación esquemática de estas consideraciones puede verse en las Figuras 12 y 13.

5.4. Resultados y discusión

El esquema propuesto se aplicó inicialmente usando datos de cobertura de la tierra e imágenes satelitales de alta resolución y modelos de distribución potencial de las diferentes formas de crecimiento asociadas a la franja de transición. En

las figuras 18 (a y b) se observa que diferentes subsectores como la Q. Cuevitas (Vetas) y el Río Jordán (Tona, corregimiento Berlín), muestran que las formaciones arbustivas se ubican desde los 3100 +/-100 m s.n.m. En dichos sectores, no observamos formaciones boscosas actuales, más allá de remanentes de poca extensión, según se pudo constatar en las imágenes satelitales y el trabajo de campo realizado. Esto indica un alto grado de transformación de los ecosistemas naturales en estos sectores. Este análisis se muestra en detalle en el Anexo 3, por esta razón, se argumenta que, en condiciones de alta transformación antrópica, la cobertura actual de la tierra no debe constituirse en un indicador confiable para la delimitación del ecosistema.

5.4.1. Distribución geográfica potencial de formas de crecimiento

Los modelos de distribución potencial empleados (formas de crecimiento arbóreas y arbustivas) alcanzaron valores de AUC de 0.90 y la tasa de omisión nunca fue superior a la tasa de omisión predicha, lo que indica buena capacidad

predictiva. En las Figuras 14 y 15 se muestran las variables más importantes según su porcentaje de aporte relativo al modelo de formas de crecimiento arbóreo, al tiempo que en las Figuras 16 y 17 se muestran dichas variables para el modelo de formas de crecimiento arbustivas.

De acuerdo con estos resultados, la temperatura mínima del mes más frío (valor promedio más bajo del año) está estrechamente asociado a la distribución de las formas arbóreas en la zona de transición entre el bosque altoandino y el páramo, lo cual se puede entender como el limitante térmico para el desarrollo de los bosques. Suárez del Moral y Chacón-Morales (2011), encontraron que, en los páramos de la cordillera de Mérida en Venezuela, la variable más relacionada a la distribución del límite superior del bosque fue la temperatura mínima, lo cual concuerda con los resultados de este estudio.

Figura 11. Gráfico Box-Plot usado para estimar la distribución altitudinal de cada forma de crecimiento

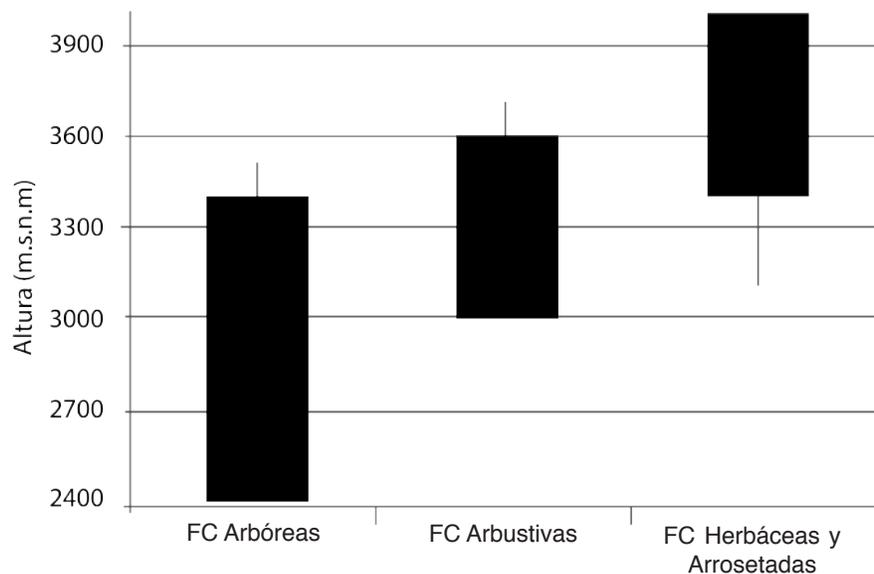


Figura 12. Estimación por modelos de distribución potencial de los tipos de vegetación dominantes en la alta montaña

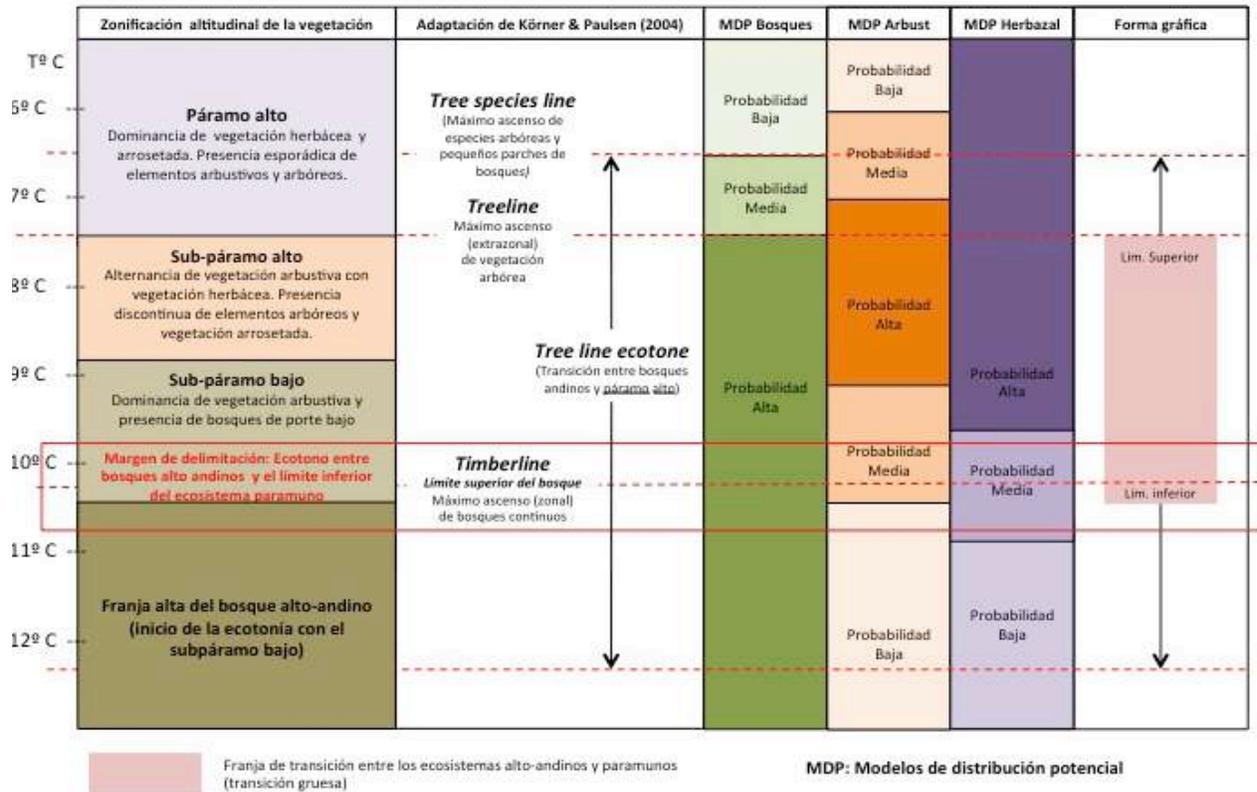


Figura 13. Representación esquemática de la franja de transición Bosque altoandino-páramo alto. Adaptación de la propuesta esquemática del concepto de límite superior de bosque descrito por Körner y Paulsen (2004).

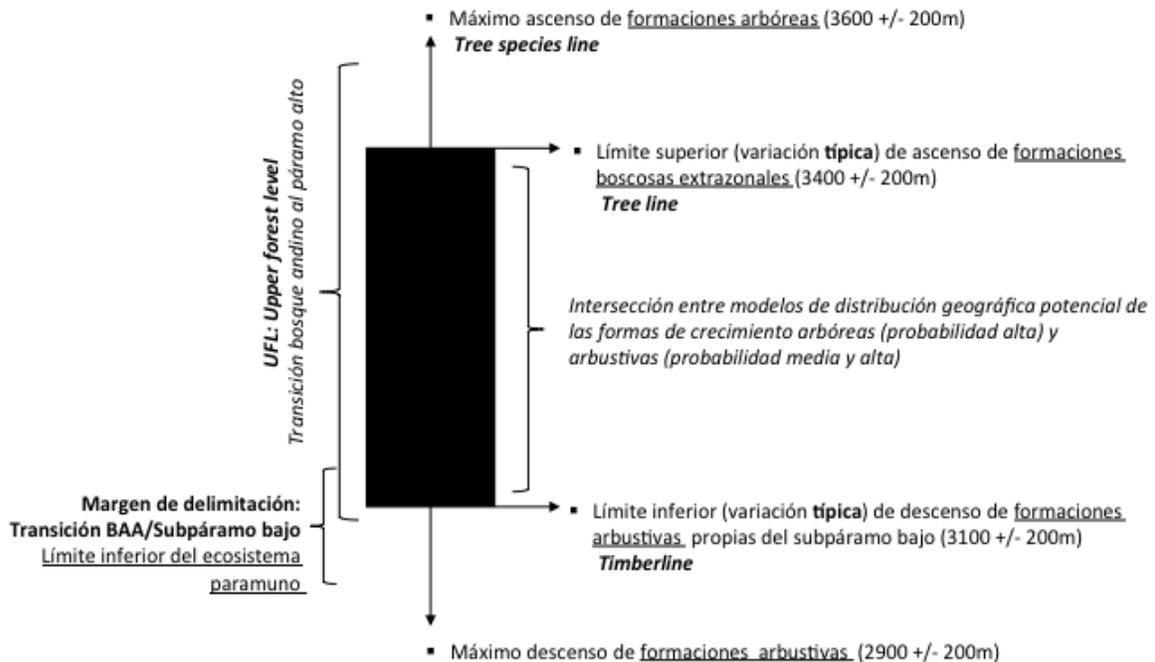


Figura 14. Prueba Jackknife para el modelo de formas de crecimiento arbóreo. Temperatura media anual (bio1), temperatura máxima del mes más cálido (bio5), temperatura mínima del mes más frío (bio 6), precipitación anual (bio12), precipitación del mes más húmedo (bio 13), precipitación del mes más seco (bio14), acumulación de la escorrentía superficial (flow) y pendiente (slope)

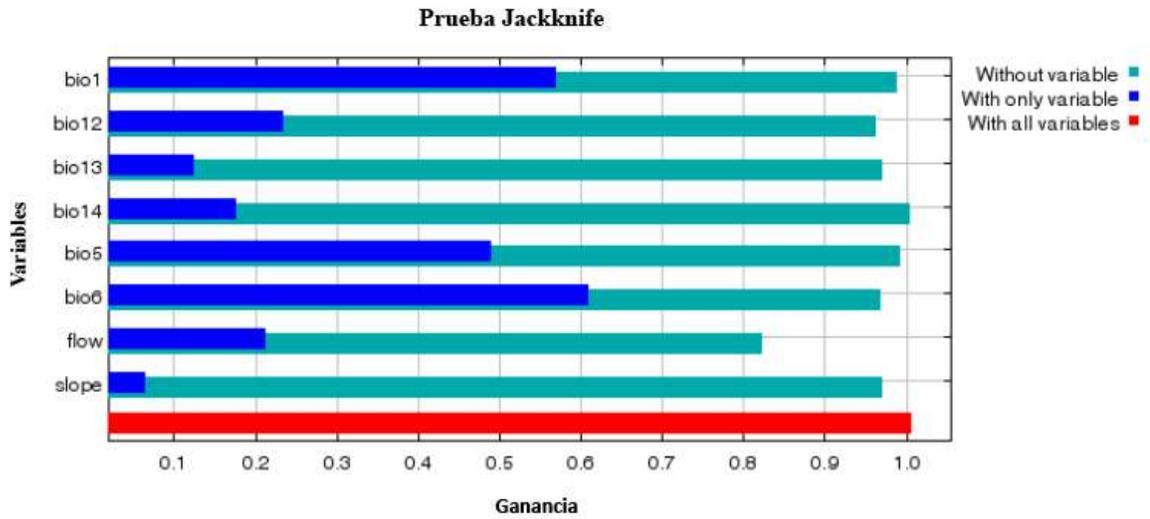


Figura 15. Curvas de respuesta de las variables más importantes para el modelo de formas de crecimiento arbóreo.

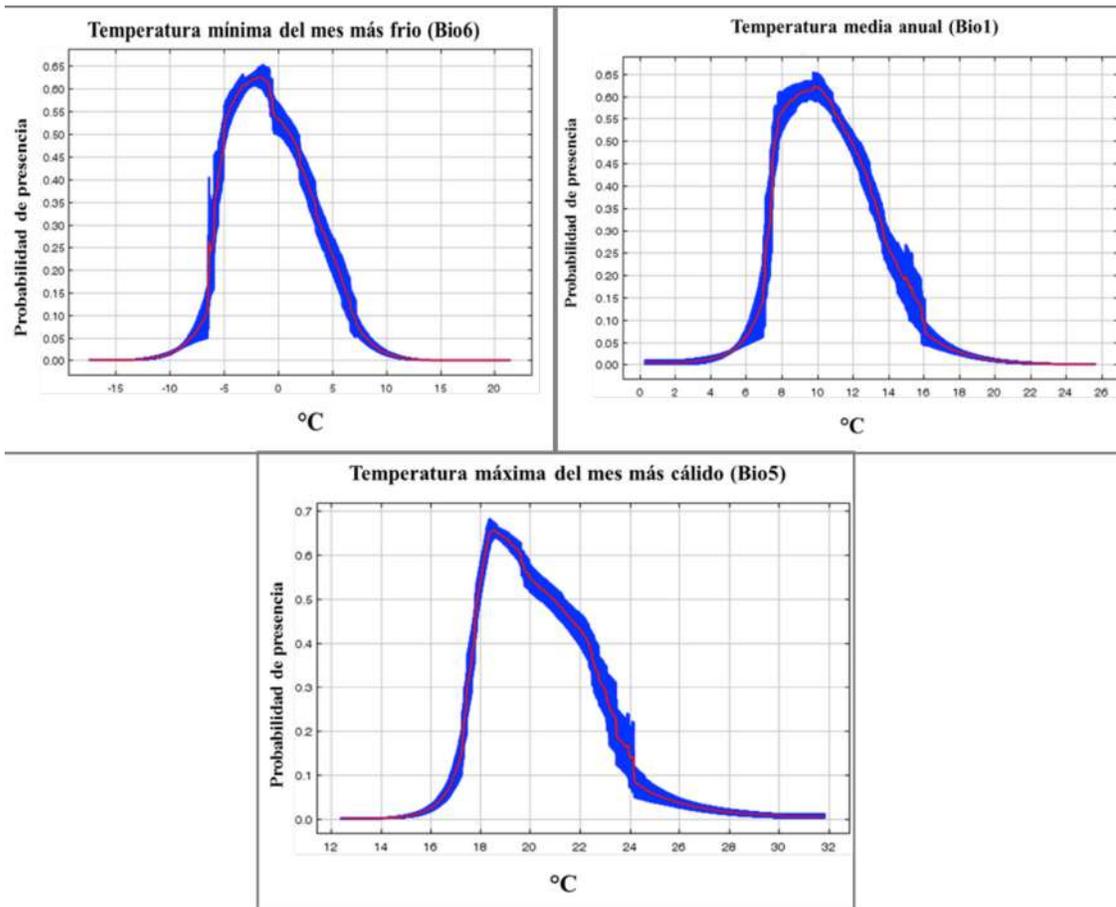


Figura 16. Prueba Jackknife para el modelo de formas de crecimiento arbustivo. Temperatura media anual (bio1), temperatura máxima del mes más cálido (bio5), temperatura mínima del mes más frío (bio 6), precipitación anual (bio12), precipitación del mes más húmedo (bio 13), precipitación del mes más seco (bio14), acumulación de la escorrentía superficial (flow) y pendiente (slope)

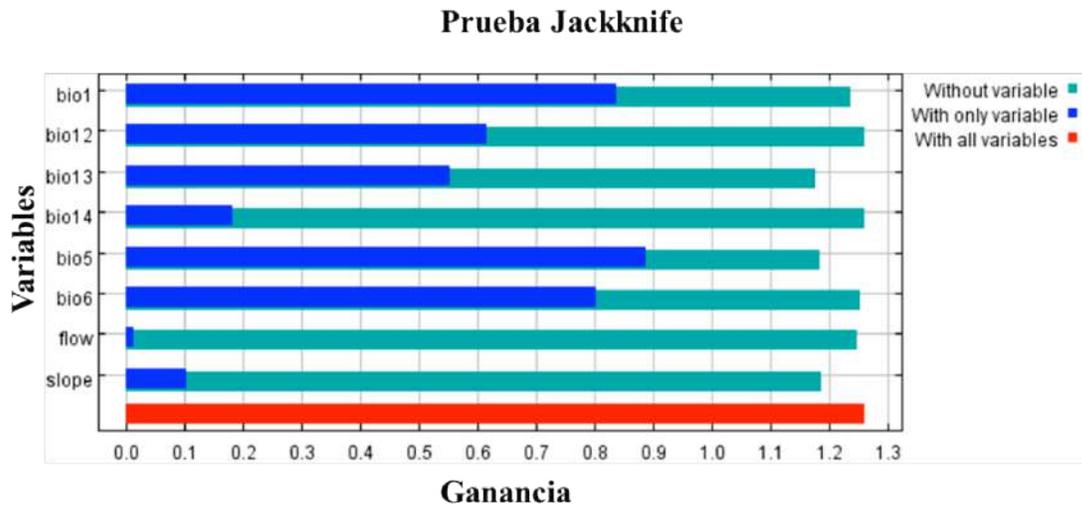
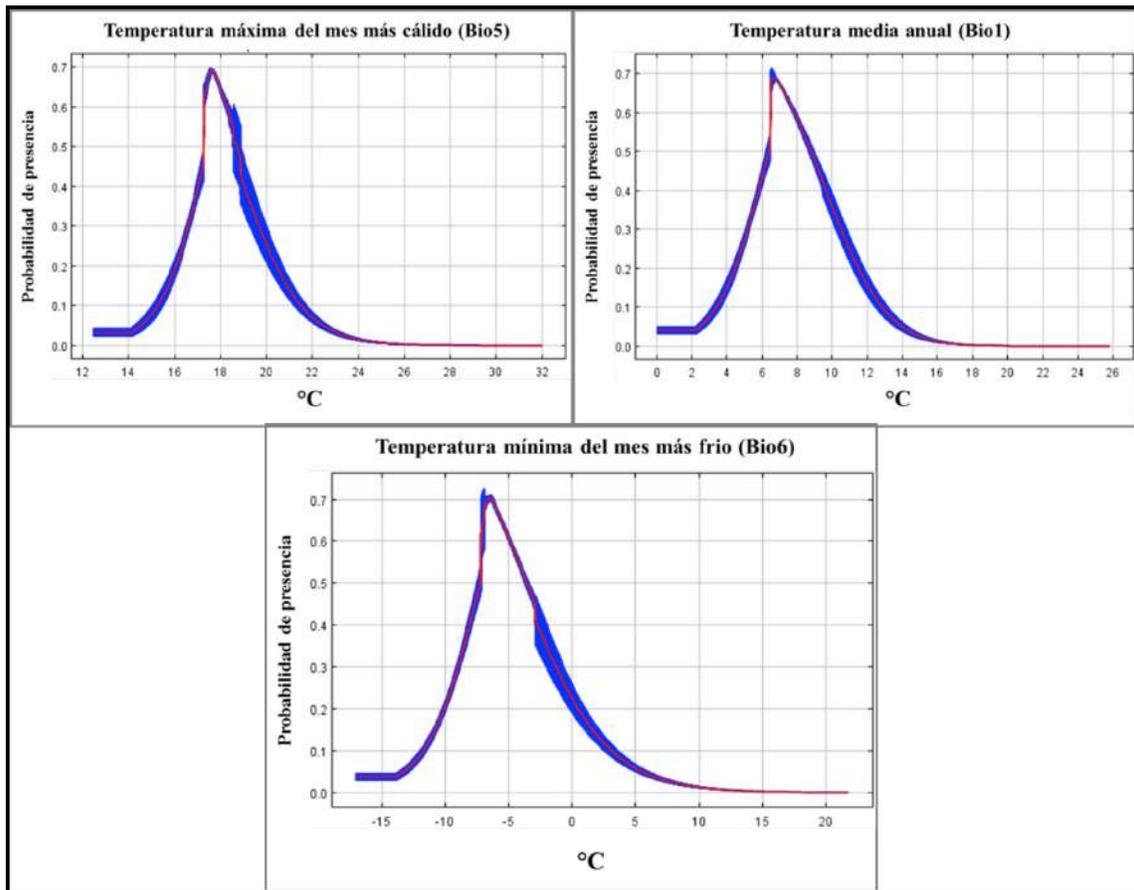


Figura 17. Curvas de respuesta de las variables más importantes para el modelo de formas de crecimiento arbustivo.



5.4.2. Patrones de distribución de la vegetación a lo largo del gradiente altitudinal

Se evidenció que los valores extremos de la variación altitudinal de la franja de transición en toda el área de estudio está entre 2800 m s.n.m. (sector de Silos y Tona - subregión Berlín) y 3400 m s.n.m. (sector de Arboledas y Cucutilla). Al analizar cada sector se encontró que la amplitud de la franja es variable a lo largo del complejo y que esta variabilidad tiene un patrón de acuerdo con la distribución espacial de la precipitación (ver anexo 2). En la subregión nororiental del complejo las formas arbóreas tienden a alcanzar mayores altitudes gracias a los altos valores de precipitación que allí se presentan, al tiempo que las formas arbustivas se ven limitadas en su descenso, en comparación con las subregiones suroccidental y Berlín, en las cuales estas tienden a presentar mayores descensos ante el bajo grado de humedad allí registrado (Figura 18 a y b).

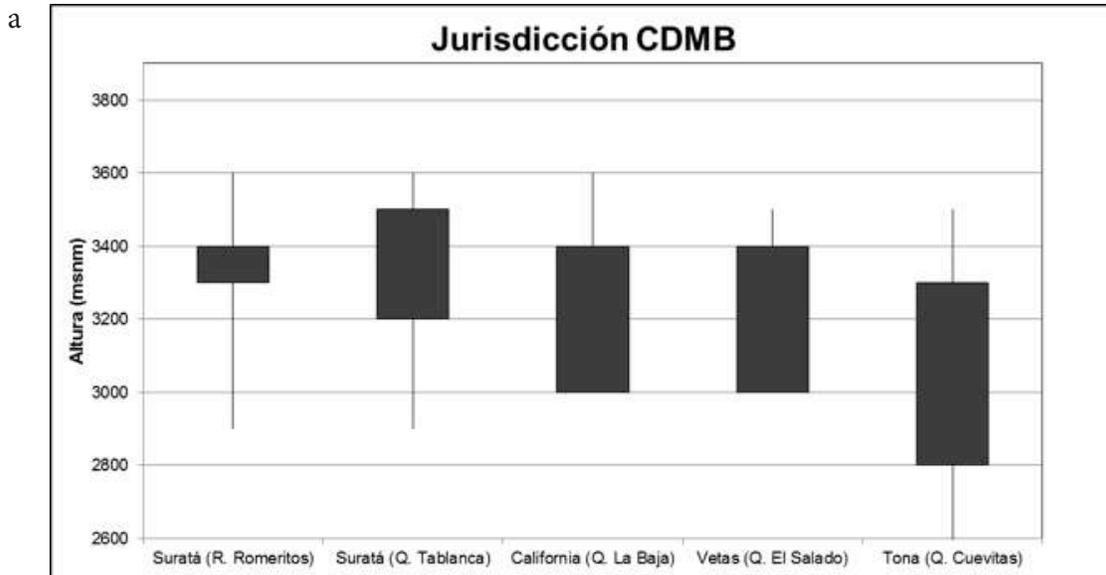
Según la clasificación de los páramos colombianos de acuerdo con la precipitación anual (Rangel 2000), el CJSB correspondería a un páramo seco. No obstante Morales *et al.* (2007) reconoce dife-

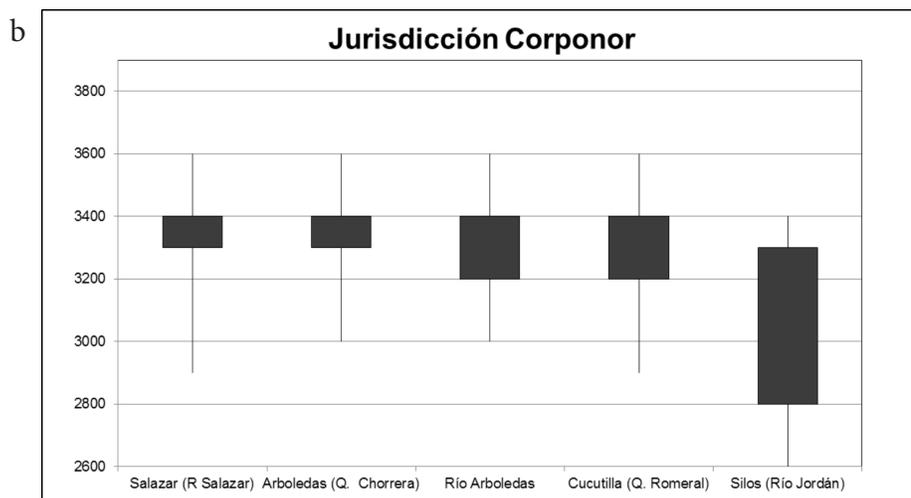
rencias en la precipitación al interior del complejo, siendo mayor en la zona norte y menor en la zona sur, además se presentan diferencias de humedad entre la subregión nororiental donde es mayor. Esta tendencia se observa claramente en el modelo de precipitación anual de 30 m de resolución generado para este estudio (Anexo 2). Este hecho es determinante en la variación de la amplitud de la franja, ya que se conoce que condiciones más húmedas facilitan el ascenso de las formas arbóreas (subregión nororiental del complejo), mientras en las zonas con precipitación más baja (subregión Berlín) se propicia el descenso de las formas de crecimiento arbustivas y herbáceas.

5.4.3. Validación de los resultados obtenidos

Estos resultados son consistentes con lo encontrado por Van der Hammen (1998) para la cordillera oriental y más recientemente por Suárez del Moral y Chacón-Morales (2011) para la cordillera de Mérida en los Andes venezolanos. En su estudio, estos autores encuentran que la ubicación del límite superior de lo que allí se denomina bosque paramero no es uniforme a lo largo del

Figura 18 (a y b). Representación gráfica de la franja en diferentes sectores del CJSB, según modelos de distribución potencial





núcleo central de la cordillera, y que este límite se ubica a mayores elevaciones en las zonas más húmedas y a menores elevaciones en las zonas más secas. Los resultados del presente estudio arrojan que con un nivel alto de probabilidad la distribución de las formas de crecimiento arbóreas alcanza en promedio una altura de 3350 m s.n.m., pero con posiciones locales más bajas, incluso hasta los 2800 msnm en áreas de poca precipitación. Esto indica la imposibilidad de adoptar un solo referente altitudinal (cota) para todo el complejo y llama la atención sobre la necesidad de articular dicho referente de acuerdo con los resultados de la modelación, los datos de campo obtenidos y las imágenes satelitales disponibles.

Estudios realizados en la zona (Corponor 2009, CDMB 2012, Fundación Guaya canal 2013, Ecodes 2013) reconocen diferentes tipos de vegetación, los cuales son denominados de forma distinta, ya sea por tipo de cobertura, comunidades vegetales o forma fisonómica predominante, los levantamientos de vegetación se ubican en diversas localidades, altitudes y condiciones; los métodos de muestreo difieren y no todos presentan coordenadas geográficas de ubicación, no obstante, todos presentan una descripción de su composición y estructura que permiten asociarlos para

el análisis del componente de vegetación en la zona, así como rangos de distribución asociados.

A continuación se presentan las unidades de vegetación descritas en cada uno de los estudios:

Nota: Las determinaciones taxonómicas de los estudios citados (tablas 6 a 9) y sus posibles incongruencias respecto a la distribución conocida de las especies corresponden a las fuentes consultadas y por ello no fueron modificadas en esta investigación.

Tabla 6. Unidades de vegetación presentadas por Ecodes (2013)

Tipo de vegetación	Rango de distribución	Especies más abundantes
Arbustal denso / sucesional de bosque alto andino	2750-3400	<i>Calamagrostis effusa</i> , <i>Lycopodium thyoides</i> , <i>Pentacalia reissiana</i> , <i>Vaccinium meridionale</i> , <i>Arcytophyllum muticum</i> , <i>Gaultheria erecta</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Bejaria resinosa</i> , <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Pernettya próstata</i> , <i>Jamesonia imbricata</i> , <i>Cortaderia nitida</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> , <i>Hypericum juniperinum</i> , <i>Orthrosanthus chimboracensis</i>
Bosque de roble fragmentado con vegetación secundaria	2800-3200	<i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Macleania rupestris</i> , <i>Polypodium laevigatum</i> , <i>Vaccinium meridionale</i> , <i>Cynodon niemfuensis</i> , <i>Quercus humboldtii</i> , <i>Calamagrostis effusa</i> , <i>Buquetia glutinosa</i> , <i>Cortaderia nitida</i> , <i>Elaphoglossum andicola</i> , <i>Pernettya próstata</i> , <i>Baccharis latifolia</i> , <i>Lycopodium thyoides</i> , <i>Orthrosanthus chimboracensis</i> , <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Gaultheria erecta</i> , <i>Arcytophyllum nitidum</i>
Herbazal abierto	3150-3250	<i>Calamagrostis effusa</i> , <i>Gaultheria erecta</i> , <i>Fleishmania sp.</i> , <i>Stevia lucida</i> , <i>Achyrocline satuireiodes</i> , <i>Hypericum goyanesii</i> , <i>Baccharis tricuneata</i> , <i>Hypericum juniperinum</i> , <i>Gaultheria santanderensis</i> , <i>Vaccinium meridionale</i> , <i>Orthrosanthus chimboracensis</i> , <i>Rubus bogotensis</i> , <i>Hesperomeles goudotiana</i> , <i>Arcytophyllum muticum</i> , <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Acaena elongata</i> , <i>Holodiscus argenteus</i>
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	2850-3450	<i>Calamagrostis effusa</i> , <i>Arcytophyllum muticum</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Gaultheria santanderensis</i> , <i>Lycopodium clavatum</i> , <i>Pentacalia reissiana</i> , <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Cortaderia nitida</i> , <i>Vaccinium meridionale</i> , <i>Arcytophyllum nitidum</i> , <i>Hypericum juniperinum</i> , <i>Calamagrostis ligulata</i> , <i>Chaetolepis microphylla</i> , <i>Bejaria resinosa</i> , <i>Baccharis tricuneata</i> , <i>Gaultheria erecta</i> , <i>Cladonia sp.</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> , <i>Lycopodium thyoides</i> , <i>Acaena elongata</i>

Tabla 7. Unidades de vegetación presentadas por Fundación Guayacanal (2013)

Tipo de vegetación	Rango de distribución	Especies características
Comunidades de páramo alto	3300-3950	<i>Espeletia conglomerata</i> , <i>Calamagrostis effusa</i> , <i>Diplostephium revolutum</i> , <i>Chusquea tessellata</i> , <i>Morella parvifolia</i> , <i>Pentacalia vaccinioides</i> , <i>Arcytophyllum nitidum</i> , <i>Loricaria complanata</i> , <i>Espeletiopsis cf. funkii</i> , <i>Espeletiopsis caldasii</i> , <i>Espeletia canescens</i> , <i>Orthrosanthus chimboracensis</i> , <i>Lycopodium clavatum</i> , <i>Hypericum cf. selaginella</i> , <i>Pentacalia ledifolia</i> , <i>Hypericum cf. phellos</i> , <i>Hypericum goyanesii</i> , <i>Baccharis tricuneata</i> , <i>Puya trianae</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> , <i>Pentacalia robertii</i> , <i>Pentacalia carupana</i> , <i>Aragoa cf. tamana</i> , <i>Aragoa cf. lycopodiodes</i>
Comunidades abiertas paramunas transicionales	3000-3900	<i>Calamagrostis effusa</i> , <i>Pentacalia ledifolia</i> , <i>Baccharis tricuneata</i> , <i>Gaultheria erecta</i> , <i>Arcytophyllum nitidum</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> , <i>Oxybolus glandulifer</i> , <i>Aragoa cf. lycopodiodes</i> , <i>Hypericum mexicanum</i> , <i>Hypericum juniperinum</i> , <i>Hypericum goyanesii</i> , <i>Orthrosanthus chimboracensis</i> , <i>Espeletia conglomerata</i> , <i>Espeletia brassicoidea</i> , <i>Espeletia standleyana</i> , <i>Geranium santanderensis</i> , <i>Macleania rupestris</i> , <i>Hesperomeles nitida</i> , <i>Gaultheria anastomosans</i> , <i>Gaultheria erecta</i> , <i>Gaultheria tomentosa</i> , <i>Hesperomeles obtusifolia</i> , <i>Chaetolepis lindeana</i> , <i>Berberis goudotii</i> , <i>Miconia cf. summa</i> , <i>Espeletiopsis cf. funkii</i> , <i>Lachemilla ahanoides</i> , <i>Myrsine dependens</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Disterigma empetrifolium</i> , <i>Serpocaulon loriceum</i> , <i>Espeletiopsis santanderensis</i> , <i>latipes</i>
Comunidades leñosas de la transición páramo bosque	3000-3950	<i>Myrsine dependens</i> , <i>Hesperomeles ferruginea</i> , <i>Cestrum buxifolium</i> , <i>Pentacalia ledifolia</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Berberis goudoti</i> , <i>Miconia cf. summa</i> , <i>Holodiscus argenteus</i> , <i>Calceolaria microbefaria</i> , <i>Polylepis quadrijuga</i> , <i>Macleania rupestris</i> , <i>Miconia salicifolia</i> , <i>Libanothamnus occultus</i> , <i>Diplostephium rosmarinifolium</i> , <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Myrcianthes myrsinoides</i> , <i>Ternstroemia meridionalis</i> , <i>Weinmannia tomentosa</i> , <i>Calamagrostis effusa</i> , <i>Orthrosanthus chimboracensis</i> , <i>Geranium santanderensis</i> , <i>Chusquea tessellata</i> , <i>Arcytophyllum nitidum</i> , <i>Gaultheria erecta</i> , <i>Gaultheria anastomosans</i> , <i>Pernettya próstata</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> , <i>Pentacalia pulchella</i> , <i>Gynoxys trianae</i> , <i>Oreopanax trianae</i> , <i>Ageratina aristei</i> , <i>Saracha quitoensis</i> , <i>Macleania rupestris</i> , <i>Miconia buxifolia</i> , <i>Bejaria resinosa</i> , <i>Maytenus sp.</i> , <i>coriaria ruscifolia</i>
Comunidades boscosas de mayor porte	de 2300-3300	<i>Quercus humboldtii</i> , <i>Myrsine guianensis</i> , <i>Oreopanax trianae</i> , <i>Hedyosmum parvifolium</i> , <i>Ocotea heterophylla</i> , <i>Ocotea fulvescens</i> , <i>Morella pubescens</i> , <i>Morella parvifolia</i> , <i>Viburnum triphyllum</i> , <i>Myrcianthes myrsinoides</i> , <i>Hesperomeles ferruginea</i> , <i>Cestrum buxifolium</i> , <i>Myrsine dependens</i> , <i>Diplostephium rosmarinifolium</i> , <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Acinodendron orchoetatum</i> , <i>Oreopanax trianae</i> , <i>Tibouchina grossa</i> , <i>Weinmannia tomentosa</i> , <i>Drimys granadensis</i> , <i>Clusia sp.</i> , <i>Alnus acuminata</i> , <i>Palicourea vaginata</i> , <i>Rhamnus sp.</i> , <i>Lippia cf. schlimii</i> , <i>Retrophyllum rospigliosii</i> , <i>Ilex cf. kunthiana</i> , <i>Roupala cf. pachypoda</i> , <i>Brunellia sp.</i> , <i>Meriania sp.</i>

Tabla 8. Unidades de vegetación presentadas por CDMB (2012) de acuerdo con los datos de Avellaneda 1998 - 2002

Tipo de vegetación	Rango de distribución	Géneros
Matorral alto - denso	3035 - 3726	<i>Hypericum, Espeletia, Polypodium, Bucquetia, Miconia, Berberis, Weinmannia, Myrica, Escallonia, Pernettya, Diplostephium, Drymis, Libanothamnus, Polypodium, Rapanea</i>
Bosque Alto andino	3050 -3900	<i>Polylepis, Diplostephium, Weinmannia, Vallea, Quercus, Berberis, Rapanea, Clusia, Miconia, Prunus, Alnus, Drymis, Hesperomeles, Macleania</i>
Pajonal - frailejónal	3370 - 3910	<i>Espeletia, Hypericum, Polypodium, Polytrichum, Lycopodium, Stevia, Sinsirinchium, Senecio, Macleania, Acaena, Lachemilla, Vaccinium, Hesperomeles, Arcytophyllum, Calamagrostis, Pernettya, Gaultheria, Polypodium, Elaphoglossum,</i>

Tabla 9. Unidades de vegetación presentadas por Corponor (2012) de acuerdo con los datos de Avellaneda 1998 - 2002

Tipo de vegetación	Rango de distribución	Especies
Pajonales Frailejónales	3200 - 3800	<i>Espeletia grandiflora, Espeletia lopezzi, Espeletia phaneracthys, Espeletia conglomerata, Calamagrostis effusa, Agrostis toluensis, Espeletiopsis funkii, Puya cf. killipii, Arcytophyllum muticum, Holodiscus argenteus, Tamania chardonii, Hypericum juniperinum, Vaccinium floribundum, Plantago monticola, Halenia sp., Acaena cylindrostachya, Oreobolus goeppingeri, Festuca dolichophylla, F. sublimis, Lorenochoa erectifolia, Agrostis haenkeana, Cortaderia sp., Rhynchospora macrochaete, Poa sp., Vaccinium floribundum, Pernettya prostrata, Hypericum (varias especies), Diplostephium schultzii, D. revolutum, Pentacalia vernicosa, P. vaccinioides, Ageratina latipes, Geranium santanderiense, Geranium sibbaldioides, Marchantia sp., Eryngium humile, Castilleja integrifolia, Paepalanthus karstenii, Arcytophyllum muticum, Castratela sp.</i>
Matorrales	3000-3600	<i>Arcytophyllum nitidum, Lycopodium thyoides, Calamagrostis effusa, Hypericum juniperinum, Pernettya prostrata, Hypericum laricifolium, Pentacalia vernicosa, Ageratina tinifolia, Loricaria colombiana, Gaultheria anastomosans, Lycoseris, Pectis, Liabum, Castilleja, Lachemilla, Senecio, Lycopodium, Erigeron, Sphagnum, Hesperomeles, Thibaudia, Bucquetia vernicosa, B. glutinosa, Espeletiopsis spp, Macleania rupestris, Brachyotum strigosum, Chusquea tessellata, Clethra ovalifolia, C. fagifolia, Rhamnus goudotiana, Symplocos rigidissima, Gaiaedendron punctatum, Ilex cf. elliptica; Viburnum triphyllum, Myrsine latifolia, Miconia mesmeana, Calea peruviana, Pteridium aquilinum, Baccharis tricuneata, Smilax floribunda, Monnina salicifolia, Stevia lucida, Gaultheria buxifolia, Miconia theaezans, Monnina salicifolia, Cavendishia bracteata, Monochaetum myrtoideum, M. bonplandii, Miconia amblyandra, Pentacalia ledifolia, Galium hypocarpium, Dodonaea viscosa, Gaultheria myrsinoides, Hypericum cardonae, Gnaphalium elegans, Stevia serrata, Melinis minutiflora, Stipa ichu, Lourtgia stochaedifolia, Lycopodium sp, Epidendrum elongatum, Coccocypselum ovalifolium, Passiflora cf. cuneata, Sticherus sp., Escallonia myrtilloides var. myrtilloides, Hypericum spp., Oreopanax spp., Purpurella grossa, Miconia, Cremanium, Myrsine dependens, Symplocos spp., Ternstroemia meridionalis</i>
Bosques	2800-3400	<i>Weinmannia sorbifolia, Myrcianthes fragrans, Oreopanax gargantae, O. killipii, Viburnum anabatista, Clethra frimbiata, Ocotea macrophylla, Cinchona pubescens</i>

Florísticamente, Rangel – CH (2000) identifica especies de amplia distribución que conforman un espectro básico paramuno y hace referencia a géneros como: *Calamagrostis*, *Gaultheria*, *Erygium*, *Castilleja*, *Agrostis*, *Pentacalia*, *Geranium*, *Oritrophium*, *Gaiadendron*, *Cortaderia*, *Senecio*, *Xyris*, *Orthrosanthus*, *Acaena*, *Polylepis*, *Hesperomeles*, entre otros; además como característicos de tipos de vegetación de matorral enumera *Ageratina*, *Hypericum*, *Pentacalia*, *Miconia* y *Baccharis*.

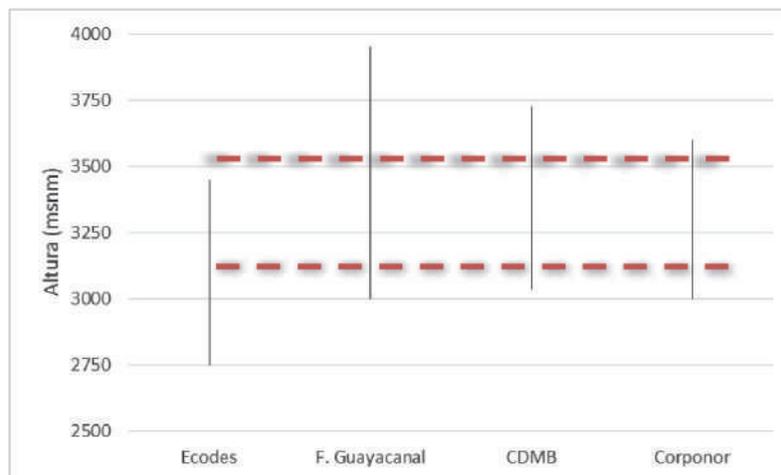
Por su parte, Rangel y Pinto (2012) incorporan como parte de la vegetación zonal de páramo, de acuerdo a su fisionomía, bosques enanos, dominados por especies como *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles ferruginea*, *Polylepis sericea* P. *quadriflora*; arbustales, generalmente dominados por especies de *Asteraceae* (*Diplostephium*, *Baccharis*, *Ageratina*, *Gynoxys*), *Hypericum* y *Arcytophyllum*; pajonales dominados por especies de *Poaceae* (*Calamagrostis*, *Agrostis* y *Festuca*), y comunidades de bambús bajos (chuscales) con especies como *Chusquea tessellata*; frailejonales domina-

dos por especies de *Espeletiinae* (*Espeletia*, *Espeletopsis*); y además prados con especies como *Lachemilla*, *Acaena*, *Draba* y *Azorella*. Estos autores ubican el páramo bajo entre 3100 y 3600 m.

Teniendo en cuenta los rangos de distribución y la composición característica de esta zona de transición, brindada por estudios generales en los páramos, y en la cual se halla su límite inferior, se encuentra que en Santurbán esta zona está identificada de la siguiente forma por: 1) Ecodes (2013) - arbustal denso / sucesional de bosque alto andino y herbazales (2750 – 3450 m), 2) Fundación Guayacanal (2013) - comunidades abiertas paramunas transicionales y comunidades leñosas de la transición páramo – bosque (3000 – 3950 m), 3) CDMB (2012) - matorral alto denso (3035 – 3726m), y iv) Corponor (2009) – matorrales (3000-3600 m) (Figura 19).

De acuerdo con los datos suministrados por los estudios, la distribución de la franja de transición es coincidente para los diferentes autores entre los

Figura 19. Rangos de distribución de especies de páramos presentadas en los estudios realizados en Santurbán.



3000 y los 3450 m s.n.m. (Figura 19), encontrando que se registran especies de vegetación paramuna por debajo y por encima de esta franja, lo cual, como se ha anotado anteriormente corresponde a factores topo-climáticos altamente variables entre las localidades de muestreo.

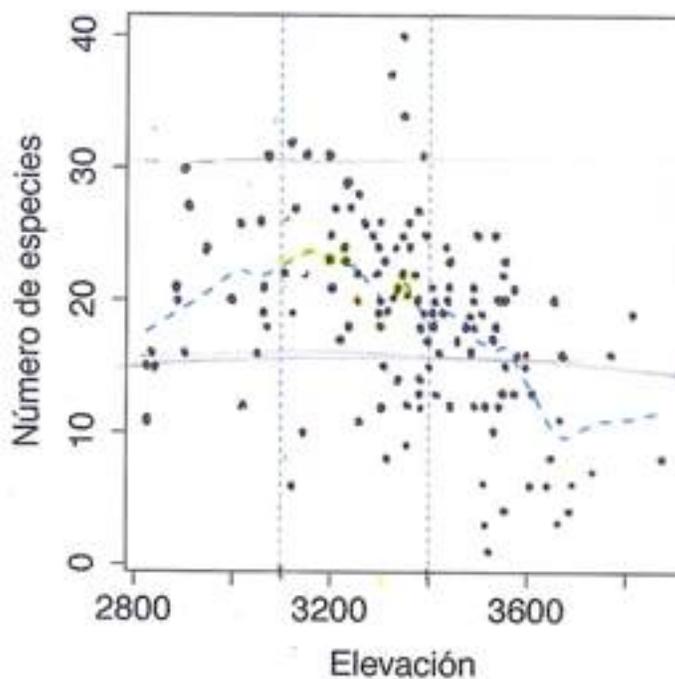
Adicionalmente, en cuanto a la riqueza registrada en el macizo de Santurbán, Guaya canal (2013) reporta en la región 110 familias, 241 géneros y 292 especies reconocidas de plantas vasculares, sumadas a 321 elementos determinados hasta género y 215 hasta categorías taxonómicas superiores, reuniendo un total de 828 morfoespecies y ubicando la riqueza más alta en la franja entre 3100 y 3400 m (Figura 20).

Por su parte, Ecodes (2013) reporta en su zona de estudio 110 familias, 194 géneros y 375 especies, el mayor número de especies en la unidad de vegetación arbustal denso/sucesional de bosque alto andino (176 especies), seguido por 151 especies en el bosque de roble fragmentado con vegetación secundaria.

De acuerdo con las conclusiones de Corponor (2009), para los dos santanderes se encontrarían alrededor de 815 especies en 213 géneros, y la CDMB (2012) reporta más de 70 familias y 150 géneros desde líquenes hasta plantas superiores. Sin embargo estos estudios no presentan datos discriminados de riqueza por tipo de vegetación o gradiente altitudinal.

Estas tendencias de alta riqueza en un rango específico concuerdan con la franja de transición que se ubicó teniendo en cuenta la distribución y composición y con los estudios de Rangel – CH (2000) quien registra para los páramos colombianos en general, que en la zona de transición o ecotonía altoandina – páramo se encuentra el mayor número de especies (2384 pertenecientes a 486 géneros y 115 familias), al igual que el mayor número de especies de distribución restringida (984) y la ubica entre los 3000 y 3200 m s.n.m.

Figura 20. Riqueza de especies en el gradiente altitudinal (Tomado de Fundación Guaya canal 2013)



Además de los datos de riqueza presentados, el estudio de la Fundación Guaya canal (2013) reporta 23 especies bajo amenaza evidente de extinción (7.9 % de las identificadas en el macizo). En la tabla 10 se presentan las especies reportadas por este y los otros tres estudios que se consideran endémicas o con algún grado de amenaza, el rango de distribución se da de acuerdo con lo reportado en el libro rojo de plantas (Calderón *et al.* 2005).

De cada 10 sitios estudiados por la Fundación Guaya canal (2013), 6 o 7 tienen una especie en algún

grado de amenaza y 2 o 3 sitios representan hábitat para especies endémicas, esto representa el 33% de los tipos de vegetación encontrados en el macizo de Santurbán.

De otra parte, la presencia de especies de *Espeletopsis sclerophylla* a 3250 m (Guaya canal 2013) y *Espeletopsis purpurescens*, *Espeletopsis insignis* y *Espeletia steyermarkii* incluso hasta 2400 m (Com. Pers. Díazgranados 2013) en la zona, descarta que la presencia de páramos a estas alturas corresponda únicamente a procesos de paramización.

Tabla 10. Especies endémicas y amenazadas presentes en el CJSB

Especie	Grado de amenaza	Rango de distribución
<i>Geranium killipii</i>	En Peligro Crítico (CR)	
<i>Libanothamnus occultus</i>	En Peligro Crítico (CR)	3200 - 3900
<i>Puya gargantae</i>	En Peligro Crítico (CR)	
<i>Espeletia brassicoidea</i>	En Peligro (EN)	2600 - 3300
<i>Espeletia conglomerata*</i>	En Peligro (EN)	3400 - 4100
<i>Espeletopsis caldasii*</i>	En Peligro (EN)	3320 - 3600
<i>Espeletopsis sclerophylla*</i>	En Peligro (EN)	3200 - 3600
<i>Espeletopsis funckii*</i>	Vulnerable (VU)	3600 - 3800
<i>Espeletia standleyana*</i>	Vulnerable (VU)	2900 - 3920
<i>Espeletopsis petiolata</i>	Preocupación menor (LC)	
<i>Espeletopsis purpurascens</i>	Vulnerable (VU)	2850 - 3200
<i>Espeletopsis santanderensis*</i>	Preocupación menor (LC)	
<i>Espeletia canescens*</i>	Solo tiene un registro	
<i>Espeletia estanisiana*</i>	En Peligro (EN)	3400 - 4100
<i>Espeletopsis sanchezii*</i>	Nuevo registro	
<i>Espeletopsis trianae*</i>	Datos insuficientes (DD)	
<i>Espeletopsis insignis*</i>	En Peligro Crítico (CR)	
<i>Tamnia chardonii</i>	En Peligro (EN)	2150 - 2900

*Especies endémicas

5.5 Conclusiones y recomendaciones respecto a la identificación de un límite para el ecosistema

5.5.1 Franja de transición bosque alto andino (BAA) y páramo alto.

De acuerdo con los principios y criterios para la delimitación de los páramos (Rivera y Rodríguez, 2011), el límite inferior del páramo (definido como zona de vida) corresponde en términos generales a la franja de transición cuya principal característica es la presencia de formaciones leñosas de porte arbustivo (subpáramo bajo o bosques parameros). Diversos trabajos indican que dicha transición se explica entre otros factores por un limitante térmico para el desarrollo de bosques de porte alto, dando paso a una transición de elementos arbustivos y herbáceos. Como ya se mencionó la amplitud de dicha franja es dinámica (espacial y temporalmente) según la interacción de distintos factores, entre ellos el microclima, los suelos y rocas, la topografía y la trayectoria de los disturbios antropogénicos.

Esta franja puede no estar presente hoy en día o bien, su composición a nivel de especies, distribución altitudinal, entre otras características, pudieron haber sido alteradas por diferentes procesos de intervención humana. Por tanto para su identificación se usaron diferentes técnicas que incluyeron datos de campo (recientes e históricos), imágenes satelitales que atestiguan las condiciones actuales y modelos de distribución potencial, con lo cual se buscaron indicadores que permitieran sugerir la posición geográfica-altitudinal de dicha franja en las condiciones actuales que muestran una alta transformación de los paisajes de páramo.

Los datos de cobertura de la tierra, analizados en función de su distribución en el gradiente altitudinal, muestran una tendencia consistente con los levantamientos de campo y los modelos de vegetación construidos, que muestran que la interdigitación entre las formaciones vegetales de páramo y bosque pueden ocurrir en una franja altitudinal de más de 400 m entre los 3000 y 3500 m s.n.m. \pm 100m.

El límite inferior identificado de las formaciones arbustivas (complementando el análisis de datos de

campo y de imágenes satelitales con modelos de distribución potencial), constituye el mejor indicador desde el punto de vista biofísico, para proponer un límite inferior del ecosistema de páramo. No fue posible evaluar criterios relativos al ciclo hidrogeológico por ausencia de información del detalle cartográfico requerido. Sin embargo resaltamos que la zona muestra evidencias de formaciones geológicas que teóricamente facilitan los procesos de infiltración secundaria y recarga de acuíferos, entre ellas, la disposición y grado de fracturamiento de las rocas, pese a corresponder predominantemente a rocas ígneas y metamórficas.

5.5.2 Propuesta de límites para el complejo de páramos Jurisdicciones - Santurbán - Berlín

El análisis descrito ratifica que la posición de la transición del bosque altoandino hacia el subpáramo bajo, de acuerdo con criterios bioclimáticos y topográficos evaluados, se encuentra sobre 3100 m s.n.m. con diferencias del orden de 200 a 300 m s.n.m. en función de aspectos biofísicos en cada subsector del área de estudio.

Esta franja proporcionó un marco altitudinal dentro del cual es posible identificar un límite para el ecosistema paramuno considerando múltiples criterios. En términos generales y apoyados en el principio de precaución, sugerimos que el ecosistema se delimite buscando el valor más bajo de la variación típica estimada. Sin embargo, apoyados en las imágenes satelitales sugerimos algunas variaciones a este principio general, siempre y cuando se identifiquen sectores (puntuales o extendidos) cuyo grado de conservación permitan precisar la franja a manera de sitios testigo, sin señales de transformación significativa del ecosistema original.

Bajo los métodos considerados se identificó el CJSB a escala 1:25.000, con una extensión de 135.253 ha. Se reconocen ciertos sectores que muestran un descenso del ecosistema paramuno hasta 2800 m s.n.m. en cuencas con tendencia seca y/o sobre cimas o cuchillas aisladas con mayores niveles de exposición a vientos y radiación solar. Esto guarda correspondencia con los patrones de distribución conocidos para bioma de Páramo (Cleef, 1981; V. der Hammen y Cleef, 1986).

La línea propuesta en este documento podría ser precisada o verificada en un margen altitudinal de 100 m, según la evaluación realizada que se muestra en el anexo 8.

Se compararon los resultados obtenidos con relación a decisiones administrativas previamente tomadas por las autoridades ambientales regionales frente a la delimitación del páramo. Al respecto, encontramos que solo Corponor ha emitido un acto administrativo, correspondiente a la decisión de su Consejo Directivo emitido en el año 2009, el cual ajusta la delimitación en toda su jurisdicción en la cota 2800 m s.n.m. Considerando la variabilidad ya descrita de los diferentes factores topoclimáticos, en esta propuesta de delimitación se incorporó dicha referencia únicamente en los sectores en donde encontramos correspondencia con el análisis presentado en este documento.

En cualquier caso, si se considera pertinente, la determinación tomada por Corponor en 2009 podrá ser ratificada por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de acuerdo con lo indicado en la resolución MAVDT 0937 de 2011¹¹, y demás competencias legales. Para lo anterior, el Instituto Humboldt resalta que, de acuerdo con los modelos aquí presentados, el análisis de imágenes satelitales y los datos de campo disponibles, el territorio en jurisdicción tanto de Corponor como de la CDMB evidencian variaciones considerables en la posición altitudinal de los ecosistemas paramunos, lo cual se espera que sea analizado en detalle a la

¹¹ Esta resolución adopta la cartografía del Atlas de Páramos y establece que las delimitaciones propuestas por las corporaciones pueden ser incorporadas para efectos legales, siempre y cuando: 1) hayan sido generadas a escala 1:25.000 o superior (de mayor nivel de detalle), 2) excedan el área ya identificada en el Atlas de Páramos (Morales *et al*, 2007 y Sarmiento, *et al* 2013) y cuenten con adopción formal por parte del Consejo Directivo de la corporación respectiva.

hora de tomar las decisiones finales en materia de delimitación.

Fuera de lo anterior y salvo ajustes altitudinales no superiores a 100 m en sectores específicos, la propuesta de delimitación aquí presentada es similar al límite propuesto a escala 1:100.000 en donde ya se había identificado una superficie en páramo de 142.608 ha. Las diferencias entre las superficies reportadas obedecen al cambio de escala y a cambios en la precisión de la cartografía base, más que a una reducción en sí misma, por lo cual las dos aproximaciones se pueden considerar equivalentes.

Con lo anterior se ratifica la posición geográfica del límite propuesto a escala 1:100.000 y se identifica la franja de variabilidad del mismo, correspondiente a la variación de la transición bosque-páramo en función de las características climáticas, geopedológicas y topográficas identificadas en un alto nivel de resolución espacial. La franja identificada y la propuesta de límite se encuentran en el Anexo 4.

Como se retomará más adelante, el Instituto resalta el carácter técnico-analítico (mas no legal-administrativo) del presente documento, de acuerdo con sus competencias y los alcances y limitaciones de la información disponible a su fecha de elaboración (2013). Las implicaciones posteriores de esta propuesta de delimitación se analizan en detalle en los capítulos subsiguientes, de acuerdo con la información acopiada para la caracterización del sistema social asociado al territorio. Este análisis constituyó la base para las recomendaciones finales presentadas al final del presente documento. Aunque allí se mencionan los puntos más relevantes en todos los aspectos socioeconómicos, la eventual afectación sobre la actividad minera se analiza con mayor detalle en el anexo 7.



6

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA SOCIAL ASOCIADO AL TERRITORIO

Paula Ungar, Alejandra Osejo, Laura Roldán y Emerson Buitrago



6.1 Propósitos y alcances

La caracterización que se presenta en este capítulo está basada en la idea de que los sistemas ecológicos y los sistemas sociales no son entidades separadas, sino que por el contrario conforman sistemas sociales-ecológicos complejos (Berkes y Folke 1998). Se trata de la misma aproximación conceptual que informa, en el contexto nacional, la Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (MADS 2012). Desde esta perspectiva, es imposible gestionar efectivamente un ecosistema sin hacer un estudio sistemático de los sistemas sociales en los que está y ha estado inmerso históricamente; ejercicios empíricos indican que el fracaso de numerosas iniciativas de gestión ambiental se debe a una comprensión insuficiente de la dimensión social.

A partir de esta comprensión ha sido posible identificar estructuras que son proclives al fracaso y otras que se relacionan con mayor frecuencia con una gestión exitosa de los recursos naturales. Tales hallazgos han conducido a proponer nuevas formas de manejo de la naturaleza que no solo implican acciones por parte del Estado, sino que involucran a otros grupos sociales a diferentes escalas y niveles. Estas formas de gestión pueden englobarse bajo el concepto de gobernanza ambiental, a la cual este documento pretende hacer aportes, y que ha sido definida como “el conjunto de procesos regulatorios, mecanismos y organizaciones a través de los cuales los actores influyen en las acciones ambientales y sus resultados” (Lemos y Agrawal 2006). Es importante, además, hacer énfasis en el carácter relacional de la gobernanza, tal como lo subrayan Van der Hammen, Cano y Palacio (2011); desde esta perspectiva, la capacidad de adaptación de los socioecosistemas está directamente relacionada con la configuración de redes de deliberación, negocia-

ción y decisión entre los actores implicados en la transformación del territorio.

En el contexto de la gobernanza es importante identificar tanto las alianzas entre actores sociales como los conflictos ecológicos. En este documento abordamos los conflictos como tensiones públicamente manifiestas entre actores sociales, relacionadas con la distribución de los servicios ecosistémicos. La definición con la que trabajamos es afín a la de la ecología política, que busca entender las transformaciones de los ecosistemas en el marco de relaciones de poder (Palacio 2002).

Una herramienta que se utiliza para caracterizar las formas como se relacionan los actores sociales en torno a la gestión de los recursos naturales es el Análisis de Redes Sociales (ARS) (Bodin y Crona 2009; Prell, Hubaceck y Reed 2009). El ARS permite identificar, describir y analizar patrones de relación entre conjuntos específicos de actores a partir de procesos de cuantificación relacional. Esta aproximación parte del hecho de que para acercarse a medidas orientadas a fortalecer o establecer lazos para la gobernanza de un sistema socioecológico es indispensable identificar estructuras relacionales a partir de eventos, más allá de las relaciones formales. En Colombia, se han hecho ARS como aporte a la gestión ambiental, en especial en humedales (Castro, MC *et al.* 2011; Palacio y Van der Hammen 2007; Palacio y Hurtado 2005) y áreas protegidas (Palacio D., Parias *et al.* 2005).

Recurriendo a algunos de los instrumentos que ofrece el ARS, en este documento se hace una aproximación a las relaciones sociales en torno a la gestión del complejo Jurisdicciones-Santurbán-Berlín, a través de la visibilización de eventos rela-

cionales entre grupos sociales vinculados a el entre diciembre de 2009 y diciembre de 2012.

En este capítulo se presenta una lectura de los sistemas territorial y socioeconómico del CJSB, con dos objetivos. El primero es hacer visibles las implicaciones de las restricciones sobre la población, los sistemas de producción y los conflictos entre usuarios de servicios ecosistémicos, que la legislación vigente propone mediante un escenario de preservación en el que se excluyen la minería y las actividades agropecuarias de los ecosistemas de páramo. Este análisis se presenta de forma regionalizada, en lo que se identifica como tres sub-regiones al interior del complejo.

El segundo se basa en presentar un análisis de las relaciones entre actores sociales a escala de complejo, que contribuye, junto con el análisis de subregiones, a formular recomendaciones para su gobernanza.

6.2 Métodos

La caracterización de los sistemas territorial y socioeconómico se realizó con base en fuentes primarias recopiladas tanto en el marco de esta iniciativa como dentro del proyecto Páramos y Sistemas de Vida¹²; la revisión y el análisis de fuentes secundarias y oficiales (documentos institucionales públicos, prensa disponible en línea, publicaciones académicas, páginas web oficiales, informes de consultorías. ver "fuentes consultadas" en la sección final de este documento), y la sistematización de la experiencia resultante de la labor del Instituto Humboldt. Por otra parte el Instituto recibió documentos aportados por las alcaldías y otros actores para los municipios de Tona, Vetas y Suratá.

A partir de estas fuentes se identificaron los actores sociales vinculados con el uso, manejo y conservación del complejo, a diferentes niveles (local, regional, nacional e internacional) quienes fueron caracterizados, de manera que fue posible profun-

¹² El proyecto Páramos y Sistemas de Vida fue una iniciativa del Instituto Alexander von Humboldt que se ejecutó entre enero del 2011 y junio de 2014 con el apoyo financiero de la Unión Europea (contrato DCI-ENV/2010/252-897); tuvo como objetivo principal realizar un "Estudio sobre la sostenibilidad de los medios de vida de las poblaciones locales que habitan o utilizan directamente los páramos y su relación con la sostenibilidad del uso de estos ecosistemas".

dizar en un análisis a nivel subregional y analizar las relaciones entre algunos actores priorizados.

6.2.1 Identificación de actores

Para este estudio los actores fueron definidos como grupos formalmente constituidos, involucrados en el uso, manejo y conservación del CJSB a diferentes niveles (local, regional, nacional o internacional) y se agruparon en las siguientes categorías:

- Sector productivo y financiero: organizaciones formalmente constituidas que desarrollan actividades productivas en el páramo o involucradas directamente en los circuitos productivos.
- Estado: entidades del Estado que cumplen un papel en la gestión pública del complejo, tanto en torno a la conservación como en torno a la regulación de las actividades productivas y la gestión social.
- Organizaciones sociales: organizaciones no gubernamentales formalmente constituidas, vinculadas tanto con la conservación del páramo como con las actividades productivas.
- Gestión del agua: organizaciones formalmente constituidas que tienen por objeto asociarse para el uso, manejo y acceso al agua.
- Academia: instituciones cuyo objeto principal es la investigación científica.

6.2.2 Caracterización de actores

La información que permitió caracterizar a los actores identificados se sistematizó en un instrumento (matriz) (tabla 11) diseñado para este fin, con los siguientes campos:

Tabla 11. Variables para la caracterización de actores

Nombre del actor
Categoría institucional
ID para análisis
Nombre completo
Subregión (NO, Occ, Berlin o combinaciones)
Sigla
URL
Categoría (Privada, Privada 1er nivel, Privada 2o nivel, Pública, Sin ánimo de lucro, Mixta)
Tipo de actividad / misión
Relación principal con el territorio (uso minero/agropecuario, regulación de uso de recursos o del territorio, gestión social, promoción del uso)
Ciudad o municipio sede principal
Sede local
Escala superior de acción (internacional, nacional, regional -varios mpios-, municipal, veredal)
Para los actores regionales y subregionales: municipios y veredas donde actúa
Nombres de municipios y veredas donde actúa en Norte de Santander
Instancia máxima de decisión
Vocero / Cargo
Número de miembros / afiliados / asociados/ empleados
Año aprox de constitución
Año aprox de inicio de labores en la zona
Minería: número de títulos
Has totales de títulos en páramo
Minería: toneladas extraídas/mes
Minería: bocaminas explotadas
Minería: N° de licencias / N° de títulos
Agropecuario: características de la producción
Información complementaria sobre el actor, observaciones, comentarios, relaciones con otros actores
Fuentes de consulta

A partir de la información sistematizada se elaboró una descripción narrativa de cada una de tres subregiones identificadas (Berlín, occidental y no-oriental), con base en una regionalización de la información político-administrativa y demográfica, de la institucionalidad formal e informal y de los conflictos ambientales más visibles.

6.2.3. Análisis histórico

Se originó de la información cronológica identificada en la caracterización de actores sociales, y se complementó y amplió a través de un proceso de recopilación bibliográfica, sistematización y análisis de las transformaciones históricas en los municipios con jurisdicción en el CJSB y su entorno regional. Dicha sistematización se hizo en una línea de tiempo, en la cual se agruparon los eventos en las siguientes categorías:

- Transformaciones del territorio y los servicios ecosistémicos
- Procesos demográficos
- Dinámicas de organización
- Gobierno y control
- Procesos productivos y extractivos

Esta categorización y organización temporal permitió una periodización del proceso histórico. En el anexo 5 se presentan las definiciones de cada una de estas categorías.

6.2.4 Priorización de actores para el análisis y la caracterización de relaciones

A partir de la lista de actores identificados se priorizaron algunos para el análisis de relaciones sociales, con los siguientes criterios: a) que hubieran llevado a cabo acciones documentadas en las fuentes en el período diciembre 2009 y diciembre 2013, y b) información suficientemente robusta sobre eventos relacionales (por ejemplo, información sobre suscripción de convenios, demandas, convocatoria conjunta a eventos, contratos, proyectos elaborados conjuntamente).

Una vez identificados los eventos relacionales, se clasificaron según dieran cuenta de acontecimientos sinérgicos entre las partes (como suscripción de convenios o convocatorias conjuntas a eventos), los cuales se denominaron "relaciones de afinidad", o de acontecimientos que dieran cuenta de distanciamientos (tales como demandas, manifestaciones públicas explícitas contra otro actor), los cuales se clasificaron como "relaciones de conflicto" (tabla 12).

¹³ Se tomó ese hito inicial debido a que en ese momento la compañía Greystar solicitó licencia ambiental para minería a cielo abierto - Proyecto Angosturas (California), lo cual desencadenó o visibilizó procesos de movilización social y estatal en torno a la gestión del páramo.

Tabla 12. Categorías de relaciones entre actores

	Si la información recopilada en las fuentes da cuenta de acciones conjuntas, intereses en común, colaboración, financiación, en torno al uso, manejo o conservación del CJSB.
1 Afinidad	Ejemplos: convenios suscritos para adelantar actividades en o en torno al CJSB, convocatorias conjuntas a manifestaciones en favor de una causa compartida.
	Si la información recopilada en las fuentes da cuenta de enfrentamientos, intereses contrarios, declaraciones en contra de las acciones o la identidad de otro actor, en torno al uso, manejo o conservación del Complejo JSB.
2 Conflicto	Ejemplos: demandas interpuestas por un actor contra otro, declaraciones explícitamente agresivas de un actor hacia otro.

6.2.5 Análisis de relaciones

Utilizando elementos que ofrece el Análisis de Redes Sociales se representó gráficamente las estructuras que se formaron a partir de eventos relacionales entre actores en el período de diciembre de 2009 a diciembre de 2012. Se elaboraron grafos con Gephi, un software de código libre implementado en el análisis de grafos y redes, que permite trabajar con datos complejos, calcular métricas de análisis y obtener salidas gráficas con diferentes algoritmos (Bastian y Heymann 2009). Los grafos fueron generados con el algoritmo "Force Atlas", que se utiliza en análisis de redes entre 1 y 10 000 aristas, con relaciones no orientadas, y se basa en la fuerza de atracción de los nodos que se encuentran más conectados entre sí (Kobourov 2012).

6.3 Resultados y discusión: identificación de actores y caracterización de tres subregiones

Se identificaron en total 239 organizaciones formalmente constituidas cuyas actividades están o han estado recientemente vinculadas de diferentes formas al CJSB. La mayor parte son organizaciones sociales y gremiales del orden local (esto incluye tanto organizaciones ambientalistas de Bucaramanga como agremiaciones de productores de los

municipios con territorio en páramo) y organizaciones encargadas de la gestión del agua, también del nivel local (acueductos veredales y municipales, y minidistritos de riego principalmente) (anexo 6). Este dato preliminar da indicios sobre la complejidad social del CJSB, especialmente en el nivel local. Un análisis de este nivel (submunicipal) está por fuera del alcance de este estudio. Se recomienda profundizar en el mismo, como un paso necesario para implementar cualquier medida de conservación y promover la gobernanza del complejo.

La caracterización de estos actores puso en evidencia diferencias significativas entre tres subregiones al interior del complejo en cuanto al uso, manejo y conservación del páramo y al tipo de conflictos socioambientales.

6.3.1 Subregión Berlín

La información demográfica para la subregión difiere entre las fuentes (Tabla 13). Por una parte, el estimativo del DANE de población en páramos para los municipios que conforman la subregión (elaborado a partir del censo 2005) indica la presencia de 5.943 personas dentro del límite del páramo. Se esperaría que esta cifra fuera mayor a la población total del DMI, teniendo en cuenta que no todos los páramos de los municipios en mención están com-

Tabla 13. Población estimada en la subregión Berlín según diferentes fuentes.

Municipio (% aproximado del área municipal en el DMI)	Población total municipal según DANE (2005)	Población total municipal según SISBEN (2013)	Población ajustada en páramo 2005 (DANE 2012)	Población total DMI según CDMB (declaratoria del DMI Berlín, 2007)
Silos (62%)	5.186	4.815	1.598	
Tona (34%)	6.651	5.999	3.630	
Mutiscua (12%)	3.847	3.712	780	
Total subregión			6.008	8.920

Figura 21. Cultivo de cebolla en la subregión Berlín, municipio de Tona. Fotos: Proyecto Páramos y Sistemas de Vida



prendidos dentro del área declarada, especialmente en el caso de Mutiscua, que tiene menos del 20% de sus páramos bajo esta figura de protección. Sin embargo, en el documento de declaratoria del DMI (2007) se habla de 8920 habitantes. En esta subregión se encuentra el centro poblado de Berlín, que según el documento del DMI contaba en 2007 con alrededor de 4100 personas.

6.3.1.1. Provisión agrícola y sistemas de producción

Esta es la subregión con mayor transformación en la cobertura de la tierra dentro del CJSB, con extensas áreas registradas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas. De acuerdo con el mapa de cobertura de la tierra CLC las áreas agrícolas del comple-

jo, que corresponden a cultivos de cebolla (Figura 21) y papa se encuentran principalmente en esta subregión, en donde ocupan el 33%. No obstante, el 56% de la subregión presenta coberturas categorizadas como vegetación herbácea y arbustiva (Tabla 14), la cual se asocia genéricamente a vegetación paramuna, toda vez que la zona de Berlín se encuentra arriba de los 3000 m s.n.m.

La subregión Berlín es fuente de aprovisionamiento agrícola para la región y el país. Es la principal abastecedora de cebolla junca en la región, la que es comercializada en los mercados de Bucaramanga y Cúcuta. La Evaluación Agropecuaria (DANE) estima que más del 90% de la cebolla junca producida en el departamento de Santander proviene de este subsector del CJSB. Los cultivadores de cebolla son locales, en su mayoría pequeños propietarios (1

hectárea) siendo la pequeña propiedad (microfundio y minifundio) el tamaño típico y la forma predominante de la estructura predial (Franco 2013). Según el Plan de Ordenamiento Territorial de Tona, el 82% de la población del municipio realiza actividades agropecuarias.

Franco (2013) identifica tres sistemas de producción asociados al cultivo de cebolla en el municipio de Tona: a) pequeños propietarios (fincas de 0.5 a 5 ha), campesinos de páramo que desarrollan una actividad agrícola de monocultivo de cebolla de rama; b) medianos propietarios, campesinos de páramo con cultivos de cebolla de rama y ganadería extensiva de bajo nivel tecnológico (fincas entre 5 y 10 hectáreas); y c) grandes propietarios con ganadería extensiva doble propósito y cultivos de papa y cebolla de rama en zonas de páramo (familias con fincas entre 50 y 200 ha).

ga (CDMB) con jurisdicción en 15 864 hectáreas, la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - Corponor con jurisdicción en 23 113 hectáreas y la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) con jurisdicción en 5297 hectáreas.

En noviembre del 2007 CDMB (Acuerdo 1103) y Corponor (Acuerdo 17) declararon el Distrito de Manejo Integrado (DMI) del páramo de Berlín, con un área de 44 272 ha. En el proceso de definición del área también participaron la Gobernación de Santander y el Instituto Alexander von Humboldt. El plan de manejo de esta área protegida fue aprobado en comisión conjunta de las dos corporaciones en el 2008 (Acuerdo 1130 CDMB y Acuerdo 22 Corponor).

Tabla 14. Cobertura de la tierra en la subregión Berlín

Cobertura de la tierra - Nivel 1	Cobertura de la tierra - Nivel 2	Área (ha)	% en Subregión Berlín
Bosques y Áreas Seminaturales	Áreas Abiertas sin o con poca Vegetación	1,799.8	4.46
	Áreas con Vegetación Herbácea y Arbustiva	22,806.8	56.51
	Bosques	0.1	0.00
Superficies de agua	Aguas Continentales	6.1	0.02
	Pastos	2,351.4	5.83
Territorios Agrícolas	Áreas Agrícolas Heterogéneas	13,391.4	33.18

Se destaca la vulnerabilidad de las familias de pequeños propietarios, pues dependen exclusivamente del cultivo de cebolla para la generación de ingresos y no producen para el consumo propio.

Si bien la dinámica productiva agrícola de la zona ha sido influenciada históricamente desde la colonia por la actividad minera en Berlín esta no es a nivel nacional. La única empresa que tiene títulos en la subregión es Eco-Oro Minerals Corp. (EOM), en el municipio de Tona.

6.3.1.2. Institucionalidad formal e informal

En este páramo tienen jurisdicción, además de los cinco municipios que se mencionaron, tres corporaciones regionales: la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaraman-

En la revisión de fuentes secundarias y en los recorridos de campo se identificaron algunas agrupaciones de productores relacionadas con la agricultura comercial de la cebolla (Asociación de Productores Cebolleros de los Santanderes, Asociación Productores de Cebolla en Polvo y Asociación de Productores para el Desarrollo Sostenible de Santurbán). También pudo identificarse de manera preliminar la existencia de comerciantes y transportadores de este producto; sin embargo, no fue posible caracterizarlos en profundidad. Se recomienda un acercamiento a estas organizaciones para el desarrollo de estrategias de manejo y conservación del páramo, dado que se trata de instancias ya establecidas de participación local.

De acuerdo con el plan de manejo del DMI (2008), en las zonas rurales y suburbanas del área del páramo de Berlín no existen acueductos, a excepción

del corregimiento de Berlín. Se tienen líneas de conducción de aguas que se captan de nacimientos y se distribuyen por mangueras sin tratamiento de agua potable. En el corregimiento de Berlín el servicio de acueducto se maneja a través de una junta administradora integrada por ocho usuarios denominada Corpaberlin.

Tal como se verá con mayor claridad más adelante, en la sección dedicada al análisis de relaciones sociales, a pesar de que en esta subregión la complejidad social es significativa fue poco visible desde un análisis de fuentes secundarias, especialmente de prensa, dado el escaso interés de la academia y de actores productivos o conservacionistas de los niveles regional, nacional o internacional (interés que sí es notorio en las otras dos subregiones).

6.3.1.3 Conflictos

El principal conflicto que se identificó en esta región se da entre los pobladores locales, de una parte (en particular los productores de cebolla y las autoridades municipales), y las autoridades ambientales, a causa de la declaratoria del DMI. Hay quejas documentadas acerca de la imprecisión de la información sobre la propiedad y la productividad del territorio en la que se basó la zonificación del área, y en relación con la exclusión de los conocimientos y del punto de vista de la población local en esa iniciativa de ordenamiento.

Los cultivadores de cebolla, preocupados por los impactos de la declaratoria en sus actividades productivas, han participado en diferentes espacios de discusión sobre la restricción de actividades productivas en el páramo. En el caso del municipio de Tona, la CDMB ha aceptado iniciar un proceso de revisión del DMI con los actores involucrados mediante una mesa de trabajo conjunta. Por su parte, Corponor también considera la revisión de esta declaratoria de la mano de los municipios afectados.

Es importante considerar que en el área del corregimiento se originan cursos de agua que fluyen hacia la vertiente oriental del complejo (como también existen indicios de flujo hidrogeológico hacia la vertiente occidental) que no han sido cuantificados. Las zonas altas del complejo se caracterizan por la presencia de turberas (en diferentes grados de afectación por la actividad agrícola) las que son especialmente relevantes para la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono.

6.3.2. Subregión suroccidental

En la tabla 15 se presentan los estimativos de población en páramo hechos por el DANE (2012) y Sisbén (2013) para esta subregión.

Tabla 15. Población estimada en el área del páramo y según diferentes fuentes.

Municipio (% aproximado del área municipal en el páramo)	Población total municipal según SISBEN (2013)	Población total municipal según DANE (2005)	Población ajustada en páramo 2005 (DANE 2012)
Vetas (78%)	1.870	<u>1.709[1]</u>	1.483
Suratá (25%)	3.678	3.565	108
California (23%)	1.716	1.783*	8
Total	7.264	5.274	1.202

*De acuerdo con información recopilada por la alcaldía de Vetas y entregada al Instituto Humboldt en 2013, la población del municipio es de 1733 personas.

6.3.2.1 Actividades económicas

En el mapa de coberturas de la tierra CLC (2005–2008) se muestra que un 18% de superficies están presumiblemente dedicadas a actividades agrícolas, al tiempo que las áreas cubiertas en pastos ocupan un porcentaje inferior al 3%. Esto indicaría una muy baja participación del sector pecuario en términos de superficie transformada. El mayor porcentaje de cobertura lo ocupa la vegetación herbácea y arbustiva (tabla 16).

escala. Se afirma que Leyhat ha despedido en el segundo trimestre del año 2013 a 120 de sus 135 empleados.

A lo largo de la última década la minería presentó una dinámica que implicó, entre otras cosas, cambios de razón social, cesión de derechos, titulación a nombre de diferentes personas naturales o jurídicas y la permanencia en el territorio de diferentes formas (por ejemplo, en diferentes fases del proceso minero). En términos generales, hubo una tendencia al incremento de capital extranjero,

Tabla 16. Datos de cobertura de la tierra en la subregión suroccidental

Cobertura de la tierra nivel 1	Cobertura de la tierra - Nivel 2	Área (ha)	% en Subregión Suroccidental
	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	125,2	0,5
Bosques y áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbácea y arbustiva	18.447,00	73,98
	Bosques	1.127,90	4,52
Territorios agrícolas	Áreas agrícolas heterogéneas	4.653,40	18,66
	Pastos	568,1	2,28
Superficies de agua	Aguas continentales	14,3	0,06

Minería

Esta subregión se caracteriza por la histórica actividad minera, de manera que una gran proporción de las familias depende en mayor o menor medida de la vinculación de uno o más de sus miembros en esta actividad (Figura 22). Esta relación se daba hasta hace alrededor de dos décadas por medio de minas familiares o de propiedad de personas de la región; ahora en gran medida se trata de minas transnacionales que vinculan a los pobladores locales como asalariados o prestadores de algunos servicios. La alcaldía de Vetas reporta además actividades de carácter público por parte de Leyhat Colombia, tales como obras de infraestructura, proyectos productivos para mujeres, conformación de cooperativas.

De acuerdo con información suministrada por la alcaldía de Vetas al Instituto Humboldt (2013), el 51% de la población municipal se dedica a la minería, de la cual el 56% está actualmente desempleada y el 44% está activa en empresas mineras a pequeña

lo que redundó en la progresiva desaparición de pequeñas empresas familiares y en un crecimiento de las redes locales y regionales dependientes de las empresas grandes. En la medida en que estas últimas no están ligadas al territorio (se desplazan internacionalmente de acuerdo con oportunidades de negocio y políticas nacionales diferenciales), las redes locales dependen para su supervivencia de su capacidad de reorganización en torno a nuevas empresas que entran a la zona.

Relacionado con esto, el Plan de Desarrollo de Vetas 2012–2015 reconoce este fenómeno así: “aunque es bien conocido que la actividad minera en el municipio de Vetas remonta más de 400 años de historia, en los últimos 3 años las multinacionales han adquirido más del 70% de los títulos mineros del municipio; este hecho ha afectado la minería tradicional de Vetas por la imposibilidad de competir con la tecnología ofrecida por las multinacionales, se utiliza la mano de obra de los habitantes del municipio pero no hay equidad salarial, ni estabilidad laboral, como tampoco le dan la oportu-

nidad a la mujer de ser contratada. Se prevé una gran emigración del minero y su familia, ya que los espacios económicos de participación en la oferta de servicios se la dan a empresas o personas de otras ciudades” .

Dentro del área de páramo se encuentran 65 títulos mineros vigentes a 2012, que ocupan 28 273 ha (19.6% del total del área del complejo). De estos títulos 29 tienen más del 90% de su superficie al interior del páramo. El 58% del área titulada dentro del CJSB se encuentra a nombre de la compañía Eco Oro Minerals Corp. Ltda.

Las principales empresas presentes en la zona son EcoOro Ltda., Aux Colombia Ltda., Oro Barracuda Ltda., Continental Gold Ltda., y Leyhat Colombia. Estas empresas tienen el 81% del área total titulada en el complejo, distribuido principalmente en los municipios de Vetas y California.

Algunas de estas son compañías jóvenes que no han operado minas en explotación y cuyos principales proyectos están en el páramo de Santurbán (Eco Oro Minerals Corp, AuRo Resources, Galway Resources, o CB Gold Inc.). Estas empresas han hecho inversiones en adquisición y desarrollo de estudios de exploración. Mientras tanto, otras como AUX, desarrollaron trabajos exploratorios en la zona. Por último, AngloGold Ashanti y Continental Gold tienen sus principales proyectos en otros lugares y no han realizado grandes inversiones en el páramo de Santurbán. Las únicas empresas locales que sobreviven son La Elsy Ltda. y Trompetero Ltda., que actualmente se encuentran extrayendo mineral bajo un mismo frente de explotación. Las otras minas locales importantes fueron vendidas a multinacionales (La Peter, Coloro, Real minera) o alquiladas (Reina de Oro, Providencia).

Respecto al Parque Nacional Natural Páramo de Santurbán, se identificó que 27 títulos fueron afectados por la declaratoria del PNR Santurbán con un área total de 10 016 ha, 38 títulos adicionales se traslapan con el límite de páramo identificado a escala 1:25.000 con un área aproximada de 18 255 ha.

Con información compilada por el Ministerio de Ambiente con fecha de corte a 2011 se estableció que de los 65 títulos ubicados dentro del complejo, 24 iniciaron los trámites para la obtención de los

permisos de carácter ambiental que se requieren para la fase extractiva. De estos, 15 títulos cuentan con autorización ambiental vigente, entre los cuales se destacan los pertenecientes a las empresas Leyhat Colombia, Reina de oro, y Trompetero Ltda.

Los cambios en la dinámica minera afectan directamente la distribución de la tierra y los sistemas de vida en la región. Las empresas mineras han venido comprando tierra. En Vetas, por ejemplo, EcoOro ha comprado 1518 hectáreas, que representan más del 10% del territorio total del municipio (9300 ha) (Zapata 2012).

Agricultura y ganadería

La actividad agropecuaria hace parte de los sistemas de vida de algunos pobladores locales. Para el caso de Vetas, según describe Franco (2013), el 1% del área del municipio está dedicada a la agricultura, principalmente de papa, y en segundo lugar de cebolla junca (Figura 24). Franco identifica dos tipos de sistemas de producción en el municipio; uno principalmente en torno a la minería y otro en el que la manutención de la familia depende de actividades pecuarias en primer lugar, que se dan a través del pastoreo en páramos, complementadas por ingresos del empleo en las minas de algún miembro de la familia.



Figura 22. Minería en el municipio de Vetas. Al fondo a la derecha, El Volcán (zona de deslizamientos activos). En el centro: Depósito de arenas cianuradas (residuo de la actividad minera).

De acuerdo con información suministrada al Instituto Humboldt por la alcaldía del municipio de Vetas (2013) el área agrícola corresponde al 1,8%. Esta misma fuente indica que en el municipio hay 645 predios rurales y 243 urbanos, y que el 10% de la población se dedica a la actividad agropecuaria. A partir de una muestra del 37% de los predios el tamaño de la propiedad se distribuye como se muestra en la tabla 17.

Para el caso de Suratá, y de acuerdo con su POT, el 37% del área total del municipio está dedicada a praderas para la actividad pecuaria y la mayor parte de la propiedad son predios de menos de 20 hectáreas.



Figura 23. Finca El Mortino (Ceferino Rodríguez). Municipio de Vetas. Foto: Proyecto Páramos y Sistemas de Vida.

6.3.2.2 Institucionalidad formal e informal

En jurisdicción de la CDMB fue declarado en enero de 2013 el Parque Natural Regional Páramo de Santurbán (Acuerdo 1236 del Consejo Directivo de la CDMB). El PNR Santurbán tiene un área de 11 700 ha en jurisdicciones de los municipios de Suratá, California y Vetas. Esta declaratoria se dio en medio de tensiones entre la minera Eco-Oro (GreyStar hasta agosto de 2011), la CDMB, el Consejo Directivo de esa Corporación y el Instituto Humboldt, y luego de cuatro propuestas de área y tres conceptos emitidos por el Instituto. Además de esta figura, se registraron los planes de ordenamiento de cuencas de la subregión para los ríos Vetas, Lebrija Alto, río de Oro y Suratá.

Tabla 17. Distribución de la propiedad en el municipio de Vetas, de acuerdo con la Alcaldía municipal (2013).

Extensión (hectáreas)	# Predios	%
0,01 a 1	46	19,10%
1 a 5	88	36,50%
5 a 10	39	16,20%
10 a 20	30	12,40%
20 a 50	21	8,70%
50 a 100	9	3,70%
100 a 250	7	2,9%
250 a 500	1	0,40%

En esta subregión, a diferencia de las otras dos, surgieron organizaciones sociales visibles a escala nacional durante los últimos dos años. Si bien han sido identificadas en general por la opinión pública como interesadas en los temas relacionados con la conservación del páramo y del agua es importante notar que son de diversa índole:

- Pequeños mineros que se opusieron a la minería a gran escala o que tienen relaciones ambiguas (de afinidad o conflicto según diferentes coyunturas) con dicha actividad (por ejemplo, la Federación Santandereana de Pequeños Mineros (Fensamin), y la Fundación de Apoyo para el Desarrollo Integral del Municipio de Vetas (Fundivetas) o la Asociación de Mineros y Joyeros de Vetas (Asomineros), respectivamente).
- Organizaciones sociales que apoyaron los proyectos mineros (por ejemplo, la Asociación de Trabajadores Mineros de Santander (Sintrami-san).
- ONG, academia y habitantes de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona preocupados por la calidad y acceso al agua (la Universidad de Pamplona, por ejemplo, y los miembros del Comité para la Defensa del Páramo de Santurbán)
- Agremiaciones de profesionales y sector productivo de Bucaramanga en oposición a los proyectos a gran escala (ingenieros y la Federación Nacional de Comerciantes (Fenalco), por ejemplo).
- Organizaciones de segundo nivel que articulan otras organizaciones y se proponen abrir espacios de interlocución con el sector público (comités y mesa de integración).
- Organizaciones internacionales que se opo-

nen a la minería a gran escala (Mining Watch Canada, la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA) y el Center for International Environmental Law (Centro de Legislación Ambiental (CIEL) por sus siglas en inglés).

6.3.2.3 Conflictos

Como se verá con mayor claridad abajo, en la sección dedicada al análisis de relaciones, el principal conflicto en esta subregión se da por la minería, que incluye tanto a pequeños mineros locales como a grandes mineros transnacionales (las fronteras entre estos no son claras, dado que los segundos vinculan, o vinculaban hasta mediados de 2013, de acuerdo con información suministrada por la alcaldía de Vetas, a gran parte de los primeros) y las organizaciones sociales y empresas bumanguesas interesadas en la provisión de agua, conflicto en el cual el Estado ha jugado un papel ambigüo.

Esta ambigüedad se refleja en las iniciativas contradictorias a lo largo del período estudiado, que promueven la minería y la creación de figuras de protección de forma paralela.

Más recientemente se registra inconformidad entre las comunidades locales frente a la creación del PNR Páramo de Santurbán y la futura delimitación del mismo, inconformidad que refleja también esta tensión entre la minería y "el ambientalismo" que la delimitación del páramo coincida con el límite del PNR páramo Santurbán.

Es importante puntualizar que desde septiembre de 2010 el área propuesta para el PNR se redujo en

1377 ha, correspondiente al 11% de su extensión original. La vegetación de páramo y subpáramo incluida dentro del área propuesta se ha reducido desde entonces en 544 ha, al tiempo que los bosques andinos (con predominio de robledales) y altoandinos se han reducido en un 76%, pasando de 627 a 149 ha.

A la fecha se han declarado las siguientes áreas protegidas en dicho complejo:

- Distrito de Manejo Integrado de Berlín (DMI Berlín, jurisdicción compartida en las tres CAR mencionadas): 44 272 ha (14 738 ha, dentro del Complejo de Páramos JSB)
- Parque Natural Regional Sisavita (Corponor): 11 958 ha (8970 ha, dentro del CJSB)
- Parque Natural Regional Páramo de Santurbán (CDMB): 11 700 ha (10 582 ha, dentro del CJSB).

De acuerdo con lo anterior, de las 142 608 ha del CJSB, 34 290 ha, equivalente a un 24%, se encuentran bajo alguna figura de protección reconocida legalmente. De estas, 19 552 ha (las correspondientes a la figura de Parque Natural Regional) excluyen explícitamente las actividades mineras y agropecuarias, sin perjuicio de lo establecido en el Código de Minas y el Plan de Desarrollo vigente, frente a la exclusión de diferentes actividades mineras y agropecuarias en los ecosistemas de páramos.

Estas figuras de conservación han impactado de forma diferencial cada uno de los municipios del CJSB. El municipio de Vetas ya cuenta con un 60% de su territorio incluido dentro del PNR Santurbán.

Tabla 18. Poblaciones estimadas según diferentes fuentes en los municipios de la subregión nororiental con mayor porcentaje en páramo

Municipio (% aproximado del área municipal en esta subregión del páramo)	Población total municipal según SISBEN (2013)	Población total municipal según DANE (2005)	Población ajustada en páramo 2005 (DANE 2012)
Mutiscua (55%)	3.712	3.874	780
Cácota (34%)	2.588	2.513	115
Cucutilla (27%)	7.927	8.318	No hay datos
Arboledas (26%)	8.034	8.589	32
Total	22.261	23.294	927

Los pobladores en cabeza del actual alcalde han manifestado su inconformidad por la implementación de medidas de conservación sin considerar las fuentes de ingreso para el municipio y sus pobladores, pues con la eventual delimitación del páramo se afectarían las actividades en más del 75% del municipio (incluyendo las zonas de mayor interés minero).

Esta tensión se transformó en enfrentamientos entre los habitantes del municipio de Vetas, ex empleados de las multinacionales, contra las autoridades municipales y las empresas mineras, como reacción a los recientes despidos masivos por parte de estas últimas. Estos despidos han sido justificados por las empresas como consecuencia de las medidas de conservación del páramo por parte de las autoridades ambientales.

En un escenario de conservación estricta del páramo se privilegiaría la provisión de agua para la población urbana de Bucaramanga y demás municipios que dependen del agua de Santurbán, afectando los títulos de empresas mineras y la dinámica socioeconómica y cultural asociada a esta actividad, con arraigo histórico en el territorio.

La particularidad de esta subregión, que la ha hecho tan visible en las fuentes secundarias, consiste en que tanto los usuarios del agua a nivel regional (Bucaramanga) como los mineros transnacionales que emplean a la población local tienen gran visibilidad y una alta capacidad de agencia en los ámbitos político nacional e internacional.

6.3.3. Subregión nororiental

De los municipios que hacen parte de esta subregión los que tienen mayor porcentaje de su superficie son Mutiscua (8744 ha de 10 675 ha totales en páramo), Cácuta, Cucutilla y Arboledas. De acuerdo con la información demográfica disponible para la región, la población aproximada es de 920 personas (tabla 18).

La subregión es en gran medida hortícola, de pequeños propietarios (5-10 ha.) por debajo de los 3.000 m.s.n.m. A mayores altitudes, Franco (2012) identifica para el municipio de Mutiscua dos sistemas de producción: el primero se establece en grandes propiedades con rotación papa-pastos y baja intensidad de uso; el segundo se caracteriza

por medianas propiedades (5-20 hectáreas) con ganadería doble propósito, cultivos de papa y pan-coger, y una economía de subsistencia.

6.3.3.2. Institucionalidad formal e informal

La totalidad de esta subregión está bajo la jurisdicción de Corponor. En junio de 2008 esta corporación declaró el Parque Natural Regional de Sisavita, ubicado en el centro del corredor del páramo de Santurbán, en el municipio de Cucutilla. El área total de este PNR es de 11 958 ha, 8970 de las cuales se encuentran dentro del CJSB.

En 2009, Corponor inició la socialización de la propuesta ampliar las 12 000 ha declaradas como PNR Sisavita a 70 000 ha en el departamento (actualmente en proceso), en una nueva área denominada "Santurbán-Sisavita". Esta ampliación cubriría territorio de los municipios de CÁCHIRA y Villa Caro. Tal declaratoria se justifica en que las fuentes de agua que dependen de estos territorios pueden convertirse en las únicas fuentes de uso humano para la ciudad de CÚCUTA y los otros ocho municipios que se encuentran ubicados en la cuenca del río Zulia (Cercapaz 2012).

Este proceso está siendo adelantado por Corponor con el apoyo de la Cooperación Alemana a través del programa Cercapaz-GIZ¹⁴ que convoca a diferentes actores públicos y sector productivo tanto internacional como nacional y regional, y comunidades locales. Es así como, por ejemplo, en 2011 se firma un convenio interinstitucional entre los municipios de CÁCHIRA, Villacaro, Salazar de las Palmas, Arboledas, Cucutilla, Pamplona y Mutiscua, el departamento Norte de Santander, Corponor y la Universidad de Pamplona, cuyo propósito es lograr la declaratoria y los mecanismos que le den respaldo al posterior manejo. En el año 2012 se le sumó

¹⁴ La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) es una empresa federal que opera en todo el mundo. Asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania para alcanzar sus objetivos en los ámbitos de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible y de la educación internacional. En Colombia la GIZ realiza el trabajo en forma conjunta con socios tanto a nivel gubernamental como no-gubernamental, esencialmente en tres regiones del país (Nororiental, Eje Cafetero y costa Atlántica). El programa Cercapaz Cooperación entre Estado y Sociedad Civil para el Desarrollo de la Paz es ejecutado por la GIZ. Cabe mencionar que GIZ hace parte de la Water Future's Partnership (www.water-futures.org).

Tabla 19. Datos de cobertura de la tierra en la subregión nororiental

Cobertura de la tierra - Nivel 1	Cobertura de la tierra - Nivel 2	Área (ha)	% en Subregión Nororiental
Áreas húmedas	Áreas húmedas continentales	43.1	0.06
	Áreas Abiertas sin o con poca vegetación	50.9	0.07
Bosques y áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbácea y arbustiva	42,908.0	60.78
	Bosques	14,714.2	20.84
Territorios agrícolas	Áreas agrícolas heterogéneas	10,404.1	14.74
	Pastos	1,689.5	2.39
Superficies de agua	Aguas continentales	137.6	0.19
Nubes	Nubes	643.9	0.91

el apoyo de la Fundación Bavaria y se firmó un memorando de entendimiento entre GIZ, la Fundación Bavaria y Corponor para el apoyo al ejercicio de socialización dirigido a la declaratoria de Santurbán-Sisavita. Además, desde agosto de 2012 se han venido realizando “cabildos abiertos” en los municipios involucrados en la declaratoria; con el fin de socializar la iniciativa y el proceso ha hecho partícipe también al municipio de Cúcuta por ser uno de los principales demandantes de agua.

Por otra parte, la Corporación Nueva Sociedad de la Región Nororiental de Colombia (Consornoc), organización no gubernamental que ejecuta el Programa de Desarrollo y Paz PDPNOR, también ha venido realizando procesos relevantes en el departamento relacionados con la gestión del páramo de Santurbán. En alianza con Ecopetrol y la Red Nacional de Programas Regionales de Desarrollo y Paz se ha venido desarrollando el proyecto “Fortaleci-

miento de la estrategia regional para la gobernabilidad con perspectiva de participación en la región de incidencia del nudo del páramo de Santurbán-Norte de Santander” el cual se ha ejecutado en los municipios de Arboledas, Cáchira, Cócota, Chitagá, Cucutilla, Mutiscua, Pamplona, Salazar, Silos y Villa Caro. Este proyecto ha culminado en la elaboración de un plan estratégico de desarrollo regional denominado “Santurbán somos todos” .

A pesar de que este proceso se ha desarrollado en el mismo territorio en el que se proyecta la ampliación del Parque Regional no ha habido comunicación entre las iniciativas de Consornoc y Cercapaz (Cooperación entre Estado y Sociedad Civil para el Desarrollo de la Paz, programa desarrollado por la cooperación alemana - GIZ).



Figura 24. Horticultura en el municipio de Mutiscua.

En cuanto a la organización comunitaria se reportan numerosas organizaciones de productores hortícolas y de leche y lácteos y de comercialización hacia Cúcuta y otras ciudades.

La academia ha hecho presencia en la zona, debido a la realización de estudios principalmente biológicos. Entre estos se encuentran el Instituto Humboldt, el Jardín Botánico de Medellín y las universidades de Antioquia, Industrial de Santander y de Pamplona. El manejo de esta área involucra el Plan de Manejo Ambiental y de Acción (PMAA) y han sido designados por parte de la administración departamental a las secretarías de Vivienda y Ambiente, Agua Potable y Saneamiento Básico. Las líneas en las que se basará este plan de manejo han sido definidas de manera conjunta por Corponor y la Gobernación del departamento.

6.3.3.2 Principales conflictos

Las fuentes que informan este estudio dan cuenta de un ejercicio de socialización y concertación en torno al proceso de declaratoria de Sisavita y la propuesta de ampliación. De acuerdo con las fuentes consultadas las comunidades rurales y urbanas del municipio de Cucutilla y aquellas involucradas en la ampliación han respaldado el proceso. Sin embargo, con el fin de evaluar el éxito de dicha concertación se requiere profundizar en este estudio. De otra parte, en las fuentes hubo mención a la presión ejercida por compañías mineras en el límite del municipio de Mutiscua con el departamento de Santander.

6.4 Análisis de relaciones

Para el análisis de relaciones entre los actores sociales vinculados al uso, manejo y conservación del CJSB, se seleccionaron, a partir del total de actores identificados, aquellos sobre los cuales hubiera información significativa para el período diciembre de 2009 - diciembre de 2012, especialmente información acerca de sus relaciones con otros actores, en los términos explicados en la sección metodológica.

Esta selección dio como resultado un total de 110 actores priorizados. En el anexo 6 se presentan los actores priorizados, junto con las siglas que se les asignaron para el análisis de relaciones.

Es de notar que a pesar de la heterogeneidad de grupos sociales con incidencia en el manejo, uso y conservación del CJSB, con acción en los niveles local, regional, nacional e internacional, quienes han tenido mayor visibilidad en la prensa y en los documentos públicos del estado representan sólo a una porción reducida del complejo (especialmente los grandes mineros presentes en los municipios de Vetás, Suratá y California, y los actores que se relacionan con ellos de alguna forma, tanto organizaciones sociales como entidades del Estado, ya sea como aliados de las actividades mineras o como contradictores). La subregión Berlín, donde se da una gran complejidad socioecológica, fue escasamente visible en estas fuentes. Este resultado alerta sobre la escasa visibilidad de la realidad social local del CJSB para los tomadores de decisiones a nivel regional y nacional.

A partir del grafo que representa todos los tipos de relaciones entre todos los actores priorizados, es posible hacer algunas afirmaciones sobre la estructura de la red (figura 25).

- Los actores se dividieron en dos grupos (clusters), en torno a las dos CAR.
- La complejidad en torno a la CDMB fue significativamente mayor, dada la abundancia de tipos de actores y de relaciones en torno a la actividad minera. Gran parte de esta complejidad se debió a las relaciones conflictivas (en el grafo, las líneas en color rojo) entre un grupo formado por organizaciones sociales de diferentes tipos y niveles (gremios, partidos políticos, organizaciones ambientalistas, locales, regionales, nacionales) y otro en el que se encuentran empresas mineras y organizaciones del estado. Estos dos grupos son más claramente diferenciables entre sí en el siguiente grafo, en donde se excluyen las relaciones conflictivas.
- Los actores para los que se registra un mayor número de vínculos con otros actores, (teniendo en cuenta todos los tipos de vínculos, tanto de afinidad como de conflicto) fueron las corporaciones autónomas regionales, seguidas de dos grandes empresas mineras (EcoOro y CBGold). Ambas empresas se encuentran en una agrupación que se da en torno a la CDMB.

Con el fin de tener una aproximación a las relaciones que efectivamente representan una oportuni-

dad para la gobernanza (a través de las cuales hay un potencial flujo de información o de recursos de otro tipo) se elaboró un grafo en el que se excluyeron las relaciones de conflicto (figura 26).

Algunas observaciones generales que se derivan de esta estructura son:

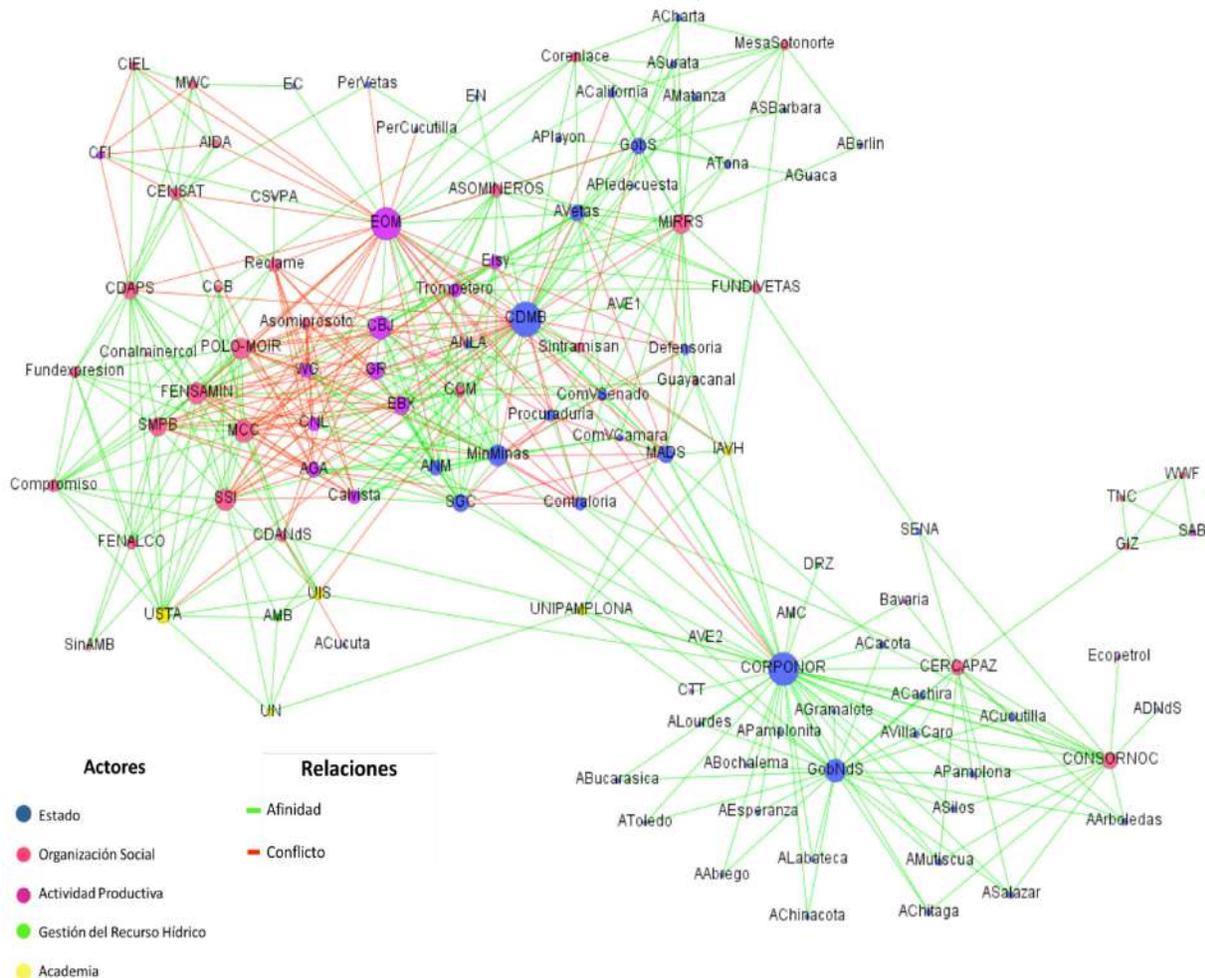
- En el período estudiado se conformaron tres grupos de actores, relacionados entre sí por afinidad o por mandato (sin conflictos documentados en las fuentes) significativamente separados entre sí: 1) el grupo en torno a la CDMB (al cual están vinculados actores del sector minero además de actores del gobierno y algunas organizaciones sociales, principalmente del gremio minero); 2) el grupo en torno a Corponor, conformado principalmente por actores gubernamentales, regionales y locales y 3) el grupo de organizaciones sociales (en el que es-

tán tanto organizaciones gremiales mineras como organizaciones políticas y ambientalistas de los niveles local, regional, nacional e internacional).

- Fueron escasas las conexiones a nivel local o regional entre las dos autoridades ambientales regionales; la mayoría de vínculos entre ellas se dio a través de instancias nacionales (MADS, Contraloría, Procuraduría, Instituto Humboldt, Comisión V del Senado, por ejemplo). Esta desarticulación alerta sobre un desacoplamiento entre el ecosistema y la estructura institucional, con las implicaciones que esto puede traer para la gestión del complejo como una unidad.

- Las organizaciones sociales conformaron un grupo visiblemente separado de los demás actores. Si bien esta densidad de un grupo particular dentro de una red mayor se ha identificado como una ca-

Figura 25. Grafo con todos los actores y todas las relaciones.

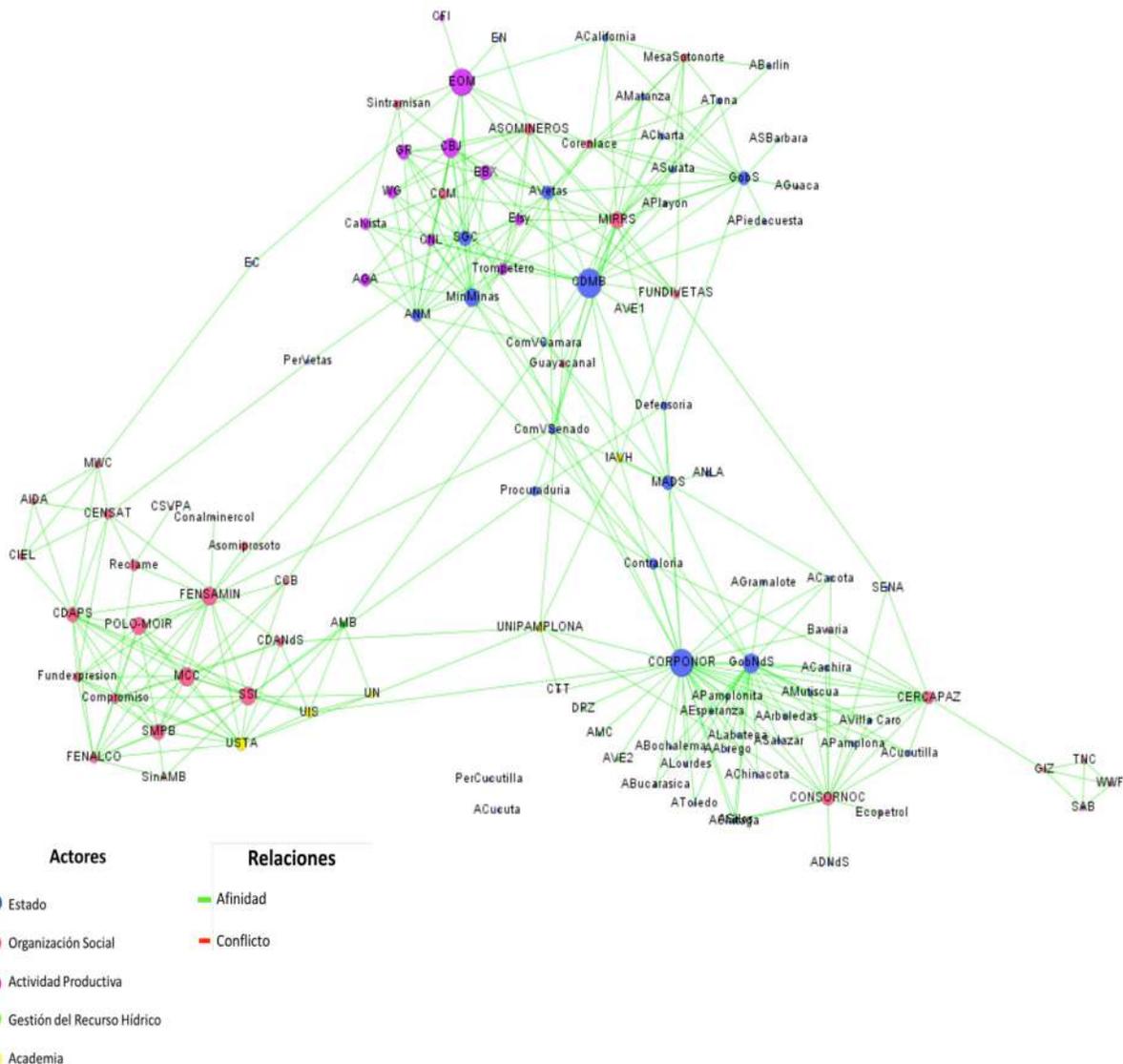


racterística que favorece el intercambio de información y el aprendizaje social entre sus miembros, es de otra parte desfavorable para el cambio en los imaginarios y discursos y para la inclusión de nuevos conocimientos por parte de los actores que hacen parte de este tipo de nubes densas. Promover espacios de diálogo entre organizaciones sociales y demás grupos puede ser un paso para que las primeras jueguen un papel en la gobernanza del CJSB.

- Algunos actores de la academia ocuparon lugares que los convierten en potenciales articuladores entre los tres grupos. Tal es el caso, especialmente, de la Universidad de Pamplona.

- Otros actores cuya capacidad de articulación valdría la pena explorar, pues tuvieron relaciones de afinidad tanto con organizaciones sociales como con la red minera en torno a la CDMB son la Embajada de Canadá (por su relación tanto con Mining Watch Canada como con empresas mineras de ese país), la Federación Santandereana de Pequeños Mineros (Fensamin) (pues a la vez que vincula a pequeños mineros hizo parte de los grupos convocantes a marchas contra la minería a gran escala, dentro de los que están los ambientalistas), y la Corporación Enlace (Corenlace) (pues dentro de su misión, que consiste en "propiciar actividades de desarrollo regional centradas en el mejoramiento

Figura 26. Grafo con todos los actores, excluyendo relaciones de conflicto



de las condiciones productivas, organizacionales y educacionales de la sociedad” ha tenido dentro de sus clientes a los municipios de la provincia así como a la Cámara de Comercio de Bucaramanga y a grandes empresas mineras. Corponor actúa con mucha frecuencia como puente entre los demás actores; en este caso, es un punto clave entre los actores del Norte de Santander (municipios, gobernanación, ONG), de una parte, y los demás actores de diferentes categorías en la red del CJSB, de otra.

En particular acerca de los actores del sector productivo es posible hacer las siguientes afirmaciones a partir del análisis de relaciones:

- Las empresas mineras se agrupan en torno a la CDMB y alrededor de ellas emerge una gran diversidad de actores y una significativa complejidad de relaciones, dada principalmente por las relaciones de conflicto entre empresas mineras y organizaciones sociales de diferentes intereses y niveles (del local al internacional).
- La agencia que tuvieron las empresas Eco-Oro y CBGold en la gestión del páramo puede entenderse a partir del número de actores con los que estuvieron relacionadas durante el período priorizado, que es el más alto luego de las dos corporaciones.
- A pesar de que los actores que tuvieron mayor visibilidad en esta subregión en el período estudiado fueron los grandes mineros, fue notable la complejidad de las redes asociadas a estos actores. Esta multiplicidad incluyó organizaciones sociales que representan diferentes sectores de la población y diferentes intereses. Hay que tener en cuenta que en este análisis no son visibles otros actores cuya actividad está ligada a la minería y que se verían afectados por las políticas de regulación de esta actividad, tales como las familias cuyos sistemas de producción se mencionan en la sección dedicada a la caracterización de la subregión.

En cuanto a las organizaciones sociales se observó lo siguiente:

- Fue significativo el papel de las organizaciones de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona, tanto por su capacidad de aglutinar intereses de diferentes naturalezas, como por su visibilidad en el nivel nacional, a través de su presencia en los medios de comunicación.

- El papel de las organizaciones sociales como articuladoras de los niveles internacional, regional y local es visible en Norte de Santander, donde Cercapaz y Consornoc establecieron vínculos directos tanto con entidades internacionales como con Corponor y con las alcaldías de varios municipios.

- Es notable el rol que jugaron las organizaciones internacionales. De un lado, AIDA y MWC, en su oposición a la minería a gran escala, y del otro lado, el programa Cercapaz de la GIZ, que a su vez aglutinó a otras organizaciones internacionales, tanto no gubernamentales (WWF) como privadas (Sab Miller). Santurbán se convierte así en escenario local de tensiones internacionales entre intereses y capitales.

- En este punto se hace visible la necesidad de estudiar a las organizaciones sociales del nivel local, poco visibles en las fuentes secundarias, ya que serían interlocutores clave para la institucionalidad ambiental formal, tanto para una eventual implementación y monitoreo de decisiones de ordenamiento de la zona, como para la construcción de conocimiento más detallado sobre el socioecosistema.

En cuanto a las organizaciones del Estado se pudieron hacer las siguientes observaciones:

- El Estado jugó un papel ambiguo frente a la gestión del territorio, promoviendo y limitando la actividad productiva de forma simultánea a través de diferentes organizaciones y actuaciones.

- También son visibles las relaciones conflictivas de la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) con diferentes grupos de actores, tanto con las empresas mineras, con quienes se esperaría conflicto como resultado del mandato institucional de regular la actividad extractiva, como con organizaciones afines a la conservación. Es notorio el contraste con la situación de Corponor, cuyas relaciones conflictivas fueron mínimas de acuerdo con las fuentes revisadas. Esta diferencia podría explicarse en parte dada la trayectoria histórica de esta última CAR, que inició procesos de declaratoria con mayor anterioridad.

- Finalmente, el análisis muestra una desarticulación entre la jurisdicción institucional y el páramo definido con criterios biofísicos. Esto conduce a una alta complejidad en la coordinación: el CJSB,

una unidad desde la perspectiva ecológica, es responsabilidad de tres autoridades ambientales y dos gobiernos departamentales, además de treinta municipalidades, lo cual problematiza su gobernanza.

6.5. Recomendaciones para la gobernanza

En un escenario de conservación que excluya cualquier forma de actividad minera o agropecuaria en el Complejo Jurisdicciones Santurbán Berlín, se privilegiaría la provisión de agua para centros urbanos, agroindustria y energía eléctrica del nivel regional. Los principales beneficiarios de la provisión de agua de este complejo, a escala regional, en términos de número de usuarios, son las ciudades de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona, el distrito de riego del Zulia y la termoeléctrica Tasajero. Si se define el área de influencia regional del CJSB con base en los límites físicos de sus siete subzonas hidrográficas, ésta comprende 68 municipios de los departamentos de Boyacá (2 municipios), Cesar (6 municipios), Norte de Santander (40 municipios) y Santander (20 municipios), en los cuales aproximadamente 2 500 000 personas se benefician directa o indirectamente de las fuentes hídricas del complejo.

Sin embargo, en un escenario de restricción también se estaría afectando una red compleja de actores sociales ligados históricamente al territorio y la disponibilidad de servicios de provisión en los niveles regional (agricultura, principalmente de cebolla junca y ganadería) y local (autoabastecimiento familiar).

Esta red local de actores con vínculos directos con el territorio (a través de la provisión agrícola y la identidad) incluye tanto a la población que habita el páramo como a la que habita en sus inmediaciones, cuyos sistemas de vida dependen de la explotación del páramo. Según datos del DANE la población total en los municipios con más del 50% de su territorio en páramo (Vetas, Tona, Mutiscua y Silos) es de 17 393 personas. Estas redes locales están inmersas a su vez en redes de los niveles nacional e internacional, las cuales en gran medida determinan la visibilidad y la capacidad de agencia de los actores locales.

Esta afectación en el nivel local (y por lo tanto las posibles medidas de manejo del territorio) sería

diferencial, dadas las divergencias en las formas de relación con el páramo de cada una de las tres subregiones identificadas. La exclusión de actividades productivas de la subregión suroccidental tendría efectos sobre empresas mineras transnacionales y locales, y de cualquier forma sobre los pobladores locales, quienes están mayoritariamente vinculados a la minería, tanto en términos de su identidad como a través de su mano de obra (actualmente sobre todo como empleados de empresas transnacionales). En la subregión Berlín, con mayor densidad poblacional, la afectación sería sobre la economía local, principalmente agrícola y sobre la provisión de cebolla a la región y al país.

En la subregión nororiental se ha documentado la generación de alianzas público-privadas a diferentes escalas en torno a la conservación. Por lo tanto, se requiere desarrollar acciones específicas para abordar diferentes contextos dentro del mismo complejo.

Con el fin de llevar a cabo estas acciones diferenciales resulta urgente promover el acopio de información demográfica precisa y sobre esquemas de propiedad, así como profundizar en la caracterización sobre sistemas de producción y de valoración local del territorio. Es fundamental tener en cuenta a las organizaciones locales, regionales e internacionales como interlocutores legítimos es fundamental para la construcción conjunta de este conocimiento, relevante para la toma de decisiones.

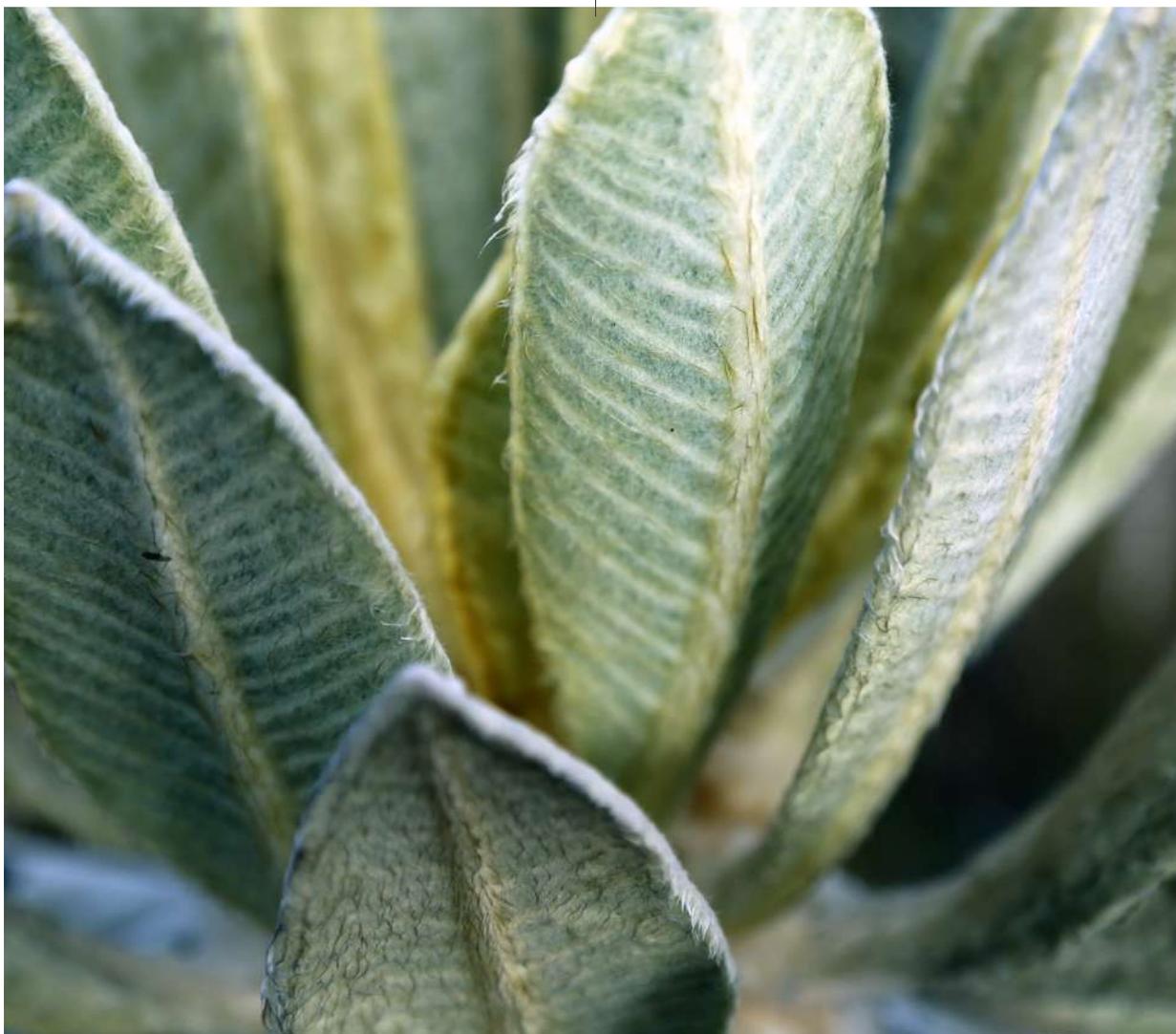
Por otra parte, en la gestión del CJSB están involucrados al menos 226 actores (definidos como grupos formalmente constituidos), que van desde el nivel local hasta el internacional y que afectan de diferentes maneras el uso, el manejo y la conservación de este territorio. Es posible que promover medidas “de arriba hacia abajo”, de comando y control, tenga poca efectividad en este complejo, dados los conflictos que se han generado en torno a las iniciativas estatales de conservación, especialmente en las subregiones Berlín y suroccidental.

La diversidad de organizaciones sociales y su capacidad de movilización indica que el diálogo con estas últimas sería un paso clave para la gobernanza, entendida como la gestión compartida por parte de diferentes actores, a diferentes escalas y niveles, de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Algunas de estas organizaciones sociales tie-

nen aparentemente el potencial para servir de “puente” entre grupos de actores, papel que valdría la pena explorar a mayor profundidad.

Dada la desarticulación entre iniciativas del Estado, tanto dentro del sector ambiental como entre éste y el sector productivo, se hace visible la necesidad de fortalecer instancias permanentes de coordinación, clave tanto a nivel regional (espacios de coor-

dinación entre autoridades ambientales, y entre éstas y organizaciones sociales, por ejemplo) como a nivel nacional (espacios intersectoriales).



Espeletia sp. Foto: F. López

7 CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES FINALES

Carlos Sarmiento, Paula Ungar, Jerónimo Rodríguez y Brigitte Baptiste



7.1 Entorno local

La economía minera que se desarrolla actualmente no está homogéneamente distribuida a lo largo del gradiente altitudinal. El municipio de Vetas concentra la mayor parte de su actividad minera legal en la zona de páramo, mientras que en el municipio de California la actividad actual (fase de explotación con autorización ambiental) se concentra abajo de la franja identificada. De los cincuenta títulos mineros que contienen páramo en su interior solo cinco cuentan con autorización ambiental. Todos se encuentran en el municipio de Vetas y han sido adjudicados a empresas locales o particulares.

Las empresas Leyhat Colombia (CB-Gold Inc.) y EcoOro (Greystar Resources Inc.) son las de capital foráneo con mayor extensión concesionada en la zona de páramo. Según los registros del Catastro Minero Nacional y el MADS ninguna de estas tiene autorizaciones ambientales vigentes en dicha zona.

La actividad agrícola es significativa principalmente en los municipios de Suratá y Tona (norte y sur del complejo respectivamente). Mientras que en Suratá se considera de subsistencia y poco relacionada con la zona de páramo, en Tona la actividad está principalmente relacionada con el cultivo de cebolla y papa, desarrollándose casi exclusivamente en cotas superiores a 3300 m s.n.m. En este sentido cualquier escenario de delimitación afectará significativamente el desarrollo de la actividad agropecuaria en dicho municipio. Se considera que Tona aporta alrededor del 90% de la producción de cebolla de rama en el departamento de Santander, según datos del Ministerio de Agricultura.

La distribución de la población obtenida tanto de las fuentes oficiales (DANE, DNP-Sisbén) como de los datos aportados por las alcaldías indica una tendencia a la disminución progresiva de la población en la zona rural. De acuerdo con la cartografía base

IGAC 1:25.000, la cabecera urbana del municipio de Vetas y el área urbana del corregimiento de Berlín (municipio de Tona) se encuentran alrededor de los 3300 m s.n.m., lo que ubica a estas áreas urbanas arriba de la franja de transición identificada, incluyéndolas así dentro del límite de páramo en cualquier escenario considerado.

7.2 Entorno regional

Todas las microcuencas hidrográficas de este sector están relacionadas en diferentes niveles de importancia con el sistema de suministro de agua para el área metropolitana de Bucaramanga, cuya población total se estima en más de 1 200 000 habitantes. De acuerdo con el documento Compes 3614 y el Estudio Nacional del Agua (Ideam) Bucaramanga es la única ciudad de más de 500 000 habitantes que muestra índices de vulnerabilidad alta a media para el suministro de agua de consumo en época seca. A la fecha no se han identificado fuentes de agua fuera de la cuenca del Suratá (incluyendo la microcuenca del río Tona, sobre la cual se está construyendo el embalse del Tona).

Según el DNP, en las evaluaciones de factibilidad y necesidad de dicho embalse se determinó que las fuentes que suministran el agua potable a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón se encuentran en su límite máximo de utilización, lo cual no garantiza la oferta hídrica en los próximos años, situación que puede ser crítica de presentarse el fenómeno de "El Niño". La vida útil del embalse del río Tona se proyecta al año 2032. El análisis de cobertura de la tierra muestra que la cuenca del río Suratá presenta niveles de transformación superiores al 70%, especialmente en las secciones baja y media de la cuenca, por tanto, la conservación de la zona alta debe considerarse prioritaria en relación con la regulación del recurso hídrico.

Por otra parte, investigaciones del Grupo de Modelamiento Hidrogeológico de la Universidad Industrial de Santander (UIS), mediante uso de técnicas de isotopía, sugieren que la recarga de acuíferos cercanos al AMB está relacionada con la infiltración de agua en la zona media y alta de la cuenca, incluso desde zonas superiores a los 3000 m s.n.m. (Gómez y Guzmán 2011).

Dado que los grupos humanos han transformado en diverso grado tanto los ecosistemas alto-andinos y sus transiciones, y como tales, las actividades sociales y productivas son factores generadores de procesos ecosistémicos reconocemos entonces la presencia de numerosos "tipo de páramo" a partir de ello. Sin embargo, dado que los principales factores formadores del macroecosistema son la historia geológica y la dinámica climática consideramos que estas acciones no disminuyen el ámbito geográfico necesario para efectos de una gestión efectiva de la biodiversidad y los servicios asociados.

En este sentido, los impactos socioeconómicos locales y aún regionales por la limitación de actividades agropecuarias y mineras en el complejo requieren de un análisis de alternativas para la delimitación y en consecuencia para el manejo posterior a la entrada en vigencia de dicha determinación. La franja de transición propuesta en este documento permite establecer escenarios de delimitación del páramo que eviten un alto riesgo de comisión u omisión en la identificación y posterior protección del ecosistema paramuno. De esta manera considerar un escenario que se ubique a una altitud menor de la franja identificada estaría abarcando otros ecosistemas que no se consideran parte de la zona de vida de páramo (error de comisión), y en contraposición, un escenario que se defina hacia el límite superior de la franja identificada, estaría omitiendo zonas vitales del ecosistema como es su franja inferior (páramo bajo) y sus transiciones hacia ecosistemas adyacentes, caracterizadas por mayores niveles de biodiversidad y funcionalidad en términos de regulación hídrica (error de omisión).

Analizando la cobertura de la tierra sobre imágenes satelitales de alta resolución no se puede afirmar que en dicha franja no existan remanentes de vegetación de páramo. Los estudios de campo desarrollados por CDMB, e incluso los estudios de las firmas Ecodes Ltda. y Fundación Guaya canal, identifican vegetación propia de páramo en la mayoría de levantamientos efectuados en alturas cercanas a los 3100 +/-100m s.n.m.

El análisis de distribución espacial de especies indicadoras del límite inferior del páramo y de especies endémicas (con valor intrínseco de conservación) desarrollado por el Instituto Humboldt indica la importancia para la conservación de la diversidad biológica, y al contrario llaman la atención sobre la restauración funcional de dicha franja. Los atributos funcionales de los tipos de vegetación y del entorno climático de ese sector están fuertemente asociados con la captación de humedad atmosférica, infiltración y regulación del agua.

Considerando además el alto grado de ocupación y desarrollo de actividades productivas del páramo de Santurbán, especialmente en el sector de Berlín y Vetas, no es posible plantear un escenario de delimitación que no afecte de manera considerable diferentes renglones económicos de la región.

De acuerdo con lo anterior el Instituto Humboldt llama la atención sobre la necesidad de:

1) Considerar un escenario amplio de delimitación del páramo, es decir, su variabilidad en el gradiente altitudinal, entre otros criterios, de tal forma que se asegure la correcta identificación del ecosistema según los criterios de delimitación desarrollados para tal fin y en consonancia con el principio de precaución y la extensa normativa que identifica y le da protección a los ecosistemas paramunos.

2) Los análisis desarrollados en el documento CONPES 3614 de 2009, llaman la atención sobre las medidas que deben ser tomadas para asegurar el abastecimiento hídrico del área metropolitana de Bucaramanga, lo cual en nuestro criterio, no se limita únicamente a la construcción de infraestructuras de abastecimiento sino que debe extenderse a la gestión integrada de las cuencas abastecedoras, de las cuales hace parte el páramo de Santurbán.

3) Diseñar y establecer, con participación de las comunidades afectadas, un régimen de transición que asegure en el corto plazo el bienestar y la seguridad de los habitantes del páramo y que a su vez cumpla con los objetivos trazados para la conservación de los páramos del país. Esto incluye el diseño de mecanismos de compensación de acuerdo con el alto potencial de beneficiarios de las decisiones de manejo en el entorno regional del CJSB.

4) Identificar sistemas de producción de bajo impacto y mecanismos de restauración apropiados

a los diferentes niveles y tipos de intervención del ecosistema. Las zonas más afectadas se encuentran en relación con cultivos de cebolla, papa y pastos, con lo cual se puede afirmar que es viable la aplicación de sistemas de producción dirigidos a la rehabilitación y recuperación del ecosistema.

Las zonas de páramo de California y Suratá muestran diferentes niveles de intervención (exploración de zonas de importancia minera y agropecuaria) poco significativos en comparación con otros sectores. Estas afectaciones pueden ser objeto de recuperación desde un punto de vista técnico mediante la implementación de estrategias diferenciales.

5) De acuerdo con lo anterior proponer una zonificación, acorde con políticas de implementación

de actividades de producción de baja intensidad e impacto, en relación con las características específicas de cada páramo, que permitan identificar: áreas que por su grado de conservación no deban ser alteradas, y áreas que por su grado de transformación deban ser restauradas. Por otra parte, establecer regímenes de uso compatibles con la conservación de la biodiversidad y los servicios atribuibles a los ecosistemas de páramo, sin excluir a la población local.

6) Se propone igualmente una revisión y mejoramiento del marco legal actual que define la reglamentación de usos en los ecosistemas paramunos, considerando los múltiples contextos territoriales y la diversidad de actores involucrados.



Referencias citadas y fuentes consultadas

- Arenas E. 2006. Siete leguas: proceso histórico de poblamiento y posicionamiento urbano en Santander. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Arzac A., E. Chacón-Moreno, L.D. Llambí y R. Dulhoste. 2011. Distribución de formas de vida de plantas en el límite superior del ecotono bosque-páramo en los Andes Tropicales. *Ecotrópicos* 24 (1): 26-46.
- Bader, M., Rietkerk, M. y Bregt, A. 2007. Vegetation Structure and Temperature Regimes of Tropical Alpine Treelines. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*. 39(3): 353-364.
- Bastian, M., y S. Heymann. 2009. Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks, 361–362.
- Berkes, F. y C. Folke. 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In F. Berkes y C. Folke (Eds.), *Linking Social and Ecological Systems. Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*: 1-27. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bodin, O. y B. Crona 2009; The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change*. 19 (3): 366 - 374
- Borgatti, S. P., Cross, R., y A. Parker. 2002. Making Invisible Work Visible: Using Social Network Analysis to Support Strategic Collaboration. *California Management Review*, 44(2), 25–47.
- Calderon, E., G. Galeano y N. García (eds). 2005. Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 2: Palmas, Frailejones y Zamias. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia, Bogotá. Instituto Alexander von Humboldt- Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 454 pp.
- Carreño V.J. 2011. En Santurbán la historia se repite : Francia oro y plata limitada: Francia gold and silver limited, memoria 1897. Fundación El Libro Total. Trad. Carcamo Sonia. Bucaramanga, Colombia. Editorial SIC.
- Castro, MC, Donato, J. Hurtado R. y Palacio, D. 2008. 'Los polos biológico y social de las interacciones socioambientales: una propuesta metodológica para la conservación y uso sostenible de cuerpos de agua' En *Ecología de un río de los Andes*. Ciencias, Universidad Nacional.
- CDMB. 2012. Estudio para la delimitación y estado actual páramo de Santurbán, Jurisdicción CDMB.
- Colmenares Germán. Historia económica y social de Colombia: 1537-1719. Medellín, Colombia.: La Carreta Editores., 1978.
- CORPES. Consejo Regional de Planificación del Centro Oriente. 1991. Atlas Ambiental de Santander. Bogotá, Colombia.
- Corponor – Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental. 2009. Estado actual del páramo unidad biogeográfica Santurbán municipios de Arboledas, Chitaga, Cáchira, Cucutilla, Mutiscua, Cacota, Pamplona, Villacaro, Salazar de las Palmas y Silos, departamento Norte de Santander.
- Deblauwe, V., N. Barbier, P. Coutron, O. Lejeune y J. Bogaert. 2008. The Global Biogeography of Semi-arid Periodic Vegetation Patterns. *Global Ecol. Biogeogr.* 17:715-723.
- Domínguez Ossa, C.A., Gómez López, A.J., Becerra, G. (eds). 2004. Estado de Santander: antiguas provincias de Vélez, Socorro, Soto, Ocaña, Santander y Pamplona / Obra dirigida por el General Agustín Codazzi. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ecodes Ingenieria Ltda. 2013. Estado de conservación de la biodiversidad en los ecosistemas asociados al sector de Angosturas – California – Santander. ECOORO.
- Elith J., Graham C. y Species Distribution Modelling Group. 2006. Novel Methods Improve Prediction of Species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129–151.
- Franco, B. 2013. Informe preliminar de resultados. Proyecto Páramos y Sistemas de Vida. Instituto Humboldt.

Fedesarrollo. Centro de Investigación Económica y Social. 2013. Valoración de los bienes y servicios ambientales provistos por el páramo de Santurbán. Informe presentado a USAID. Contrato número EEM-I-007-00004.

Fundación Guaya canal. 2013. Estudio páramo de Santurbán jurisdicción CDMB (2012); iii) Identificación y delimitación de los ecosistemas de los cinturones andino, altoandino y páramo de la vertiente Santandereana en el Macizo de Santurbán. Documento Síntesis. Contrato Prestación de servicios ambientales AUX 230 1012.

Gómez, S. y J. Guzmán. 2011. Separación del flujo base en la cuenca superior del río Lebrija. Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia N.º 61 pp. 41-52.

Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surface for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978. DOI: 10.1002/joc.1276.

Hofstede R., Segarra P y P. Mena. 2003. Los páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de Páramos. Global Peatland Initiative. IUCN/Ecociencia. Quito. Ecuador.

Hutchinson, M.F. 2006. Anusplin Version 4.36 User Guide. Canberra, Centre for Resource and Environmental Studies.

Ideam, 2010. Estado nacional del agua. 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

Kobourov, S. 2012. Spring Embedders and Force Directed Graph Drawing Algorithms. Cornell University.

Körner, Ch., y J. Paulsen. 2004. A Worldwide Study of High Altitude Treeline Temperatures. *J. Biogeogr.* 31:713-732.

Langebaek Rueda, C.H. 1996. Noticias de caciques muy mayores: origen y desarrollo de sociedades complejas en el nororiente de Colombia y norte de Venezuela. Ediciones Uniandes. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: Ediciones Uniandes, Editorial Universidad de Antioquia.

Lemos, M.C. y A. Agrawal. 2006. Environmental Governance. *Annual Review of Environment and Resources.* 31: 297-325

Llambí, L.D., M.Fariñas, J.K.Smith, S.M. Castañeda y B.Briceño. En prensa. Diversidad de la vegetación en dos páramos de Venezuela: un enfoque multiescalar con fines de conservación.

Llambí, L.D., M.Fariñas, J.K.Smith, S.M. Castañeda y B.Briceño. En prensa. Diversidad de la vegetación en dos páramos de Venezuela: un enfoque multiescalar con fines de conservación.

MADS. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia. 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).

Monasterio M. 1980. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. En: Estudios ecológicos en los páramos andinos. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Morales M., Otero J., Van der Hammen T., Torres A., Cadena C., Pedraza C., Rodríguez N., Franco C., Betancourth J.C., Olaya E., Posada E. y Cárdenas L. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 208 p.

Palacio, D. y Hurtado, R. 2005. Narrativas y redes de la gestión ambiental de los humedales de Bogotá. En revista *Nómadas* Vol. 22 Págs. 140-151

Palacio, D., Parias, A., Garavito, L. Lulle, T., Hurtado, R. 2005. El Enfoque de redes socioambientales. Una propuesta para identificación y caracterización de actores vinculados a la gestión de la conservación *in situ*. Los casos del SIRAP Eje Cafetero y Altiplano Cundiboyacense. En Bases para el diseño de sistemas regionales de áreas protegidas. Editora Natalia Arango. Instituto Alexander von Humboldt. Págs. 81-139.

Palacio, D. y van der Hammen, MC. 2007. Redes heterogéneas del patrimonio. Los casos del Centro Histórico y el humedal Córdoba en Bogotá. *Redes Revista Hispana de Análisis de Redes Sociales.* Vol 13 No. 1. <http://revista-redes.rediris.es>.

Palacio, G. 2002. Notas sobre la noción de conflicto ambiental: ¿un nuevo matiz en el análisis histórico? En: *Repensando la naturaleza. Encuentros y desencuentros disciplinarios en torno a lo ambiental.*

- Palacio, G. y A. Ulloa (eds). Universidad Nacional de Colombia – Sede Leticia, Imani, Icanh, Colciencias. 246 pp.
- Pearson, R. G. et al. 2007. Predicting Species Distributions From Small Numbers of Occurrence Records: a Test Case Using Cryptic Geckos in Madagascar. – *J. Biogeogr.* 34: 102 – 117.
- Peterson, A.T., J. Soberon, R.G. Pearson, R.P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura y M. Bastos. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton University Press. 328 pp.
- Phillips, S. J. y M. Dudík. 2008. Modeling of Species Distributions with MaxEnt: New Extensions and a Comprehensive Evaluation. *Ecography* 31:161–175
- Phillips, S., R. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions. *Ecological Modelling*, 190:231–259
- Pliscoff, P., y T. Fuentes-Castillo. 2011. Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 48:61–79.
- Prell, C., Hubacek, K. y M. Reed. 2009. Stakeholder Analysis and Social Network Analysis in Natural Resource Management. *Society y Natural Resources*, 22 (6): 501–518
- Ramírez, L.A. 2008. Estructura de la vegetación en la zona de transición entre el bosque y el páramo en la Sierra Nevada de Mérida. Tesis de pregrado. Universidad de los Andes, Departamento de Biología. 96 pp.
- Rangel – CH y Pinto J. 2012. Colombian Páramo Vegetation Database (CPVD) – the database on high Andean páramo vegetation in Colombia. En: Dengler, J., Oldeland, J., Jansen, F., Chytrý, M., Ewald, J., Finckh, M., Glöckler, F., Lopez-Gonzalez, G., Peet, R.K., Schaminée, J.H.J. 2012. Eds.: *Vegetation databases for the 21st century*. – *Biodiversity y Ecology* 4: 275–286.
- Rangel –CH., O. 2000. Colombia Diversidad biótica III, la región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Riordan, E.C., y P.W. Rundel. 2009. Modelling the Distribution of Threatened Habitat: The California Sage Scrub. *J.Biogeogr.* 36:2176–2188.
- Rivera, D, y C. Rodríguez. 2011. Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 68 págs.
- Sarmiento, L., Llambí, LD., Escalona, A., Márquez, N. 2003. Vegetation Patterns, Regeneration Rates and Divergence in an Old-field Succession of the High Tropical Andes. *Plant Ecology* 166: 63–74.
- Slatyer, R.O y I.R. Noble. 1992. Dynamics of Montane Treelines. En: Hansen, a.J. y f. Di Castri (eds). *Landscape Boundaries: Consequences for Bioti Diversity and Ecological Flows*. Springer New York. 346–359 pp.
- Suárez del Moral, P., y E. Chacón-Moreno. 2011. Modelo espacial de distribución del ecotono bosque-páramo en los Andes venezolanos. Ubicación potencial y escenarios de cambio climático. *Ecotrópicos* 24(1): 3–25.
- Tovar Pinzón, H., Herrera Ángel, M., Rodríguez Baquero, L.E., y L.E. Rodríguez Baquero, 1998. Territorio, población y trabajo indígena: provincia de Pamplona siglo XVI. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: Centro de Investigaciones de Historia Colonial, Instituto Colombiano de Cultura Hispánica y Fondo Mixto de Promoción de la Cultura y las Artes del Norte de Santander, 1998.
- Trujillo, L.F. 2012. El nuevo Código de Minas: ¿Qué podemos esperar? En: <http://www.razonpublica.com/index.php/econom-y-sociedad-temas-29/3154-el-nuevo-codigo-de-minas-ique-podemos-esperar.html> 2012. Web 24 de julio de 2013.
- Van der Hammen, T. (ed.) 2008. La Cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz. Estudios de ecosistemas tropandinos Vol. 7. Resultados Proyecto Ecoandes. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Ciencias Naturales, Hugo de Vries-Laboratorium, Universiteit van Amsterdam, Tropenbos-Internacional. Colombia. 1009pp.
- Van der Hammen, T. 1998. Páramos. En: Chaves, M.E., y N. Arango. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Colombia 1997. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Tomo I. Bogotá, Colombia. Págs. 10–37.

Van der Hammen, M.C., Cano, C. y Palacio D.C. 2011. La participación de los portadores de sistemas de uso tradicional en los escenarios de diálogo institucional para la gestión ambiental de los humedales de la región Caribe. IAvH-UEC. Informe Final. Documento No- 4. Página 103.

Vargas O y P. Pedraza. 2004. El Parque Nacional Natural Chingaza. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Departamento de Biología.

Vasconcelos, T.S, Rodríguez, M.A, and B.A Hawkins. 2011. Species Distribution Modelling as a Macroecological Tool: a Case Study Using New World Amphibians. *Ecography* 34:001-010.

Zapata, Jessica. 2012. Análisis de la información disponible para el complejo jurisdicciones Santurbán y Berlín, relativa a los procesos de ordenamiento territorial y actividad minera. Informe de avance. Instituto Alexander Von Humboldt.



2014