Santurbán

Una puerta en las montañas

◆

Primero fue el mar

Editor.
Fundación Estación Biológica Guayacanal

Compiladores.
Germán Camargo Ponce de León
María José Calderon Ponce de León

Elaboración de Textos.
Germán Camargo Ponce de León
María José Calderon Ponce de León
Germán Pilonieta Camargo
Sidney Adriano Pérez Villegas

Corrección de Estilo.
Alonso Rey Hernández

Coordinación proyecto editorial
Diseño Gráfico y Diagramación.
Verónica Vanessa Porras Morales

Fotografías de campo.
Yulieth Natali Ávila Pinto

Fotografías Aves.
Sergio Andrés Collazos

Equipo del Estudio

Coordinador de vegetación:
Korik Vargas Moreno
Coordinador Comp. Social:
Magdalena Castellanos Sierra
Aspectos climáticos e hidrológicos:
José Agustín Herrera Salazar

Bioestadística:
Gilbert Sebastian Gonzáles Caro
Aspectos Jurídicos:
Martha Lucía Valderrama Cuervo
Aspectos Físicos
Suelos y Cartografía:
Soluterra S.A.S

Trámites Publicación
Verónica Vanessa Porras Morales

Impresión.
Multi-impresos S.A.S

Impreso y hecho en Colombia
1.000 ejemplares

© Santurbán una puerta
en las montañas.

Primera Edición
Agosto de 2020

ISBN. 978-958-59951-3-0

Todos los derechos reservados.
Prohibida su reproducción total
o parcial por cualquier medio
impreso,electrónico o reprográfico
sin el premiso del titular.
Ley 23 de 1982

© Fundación Estación
Biológica Guayacanal
www.guayacanal.org
Santander, Colombia

Santurbán
una puerta en las montañas

◆

Tabla de contenido

Santurbán una puerta en las montañas

Presentación

Germán Camargo Ponce de León

Pág: 7 - 10

Fuego y Hielo

Orígenes geológicos de un relieve único

1. El agua, primero fue el mar / **2.** La tierra, lo téctonico, lo titánico y lo telúrico / **3.** El macizo de Santander y la falla de Bucaramaga / **4.** Los cambiantes senderos del agua / **5.** La meseta que no es meseta / **6.** El fuego la intrusión de lo ígneo / **7.** Más alto, más frío y más húmedo / **8.** Los glaciares, el hielo que excava, arrasa y aplasta / **9.** El cuaternario, el tiempo todo lo suaviza.

Pág: 11 - 58

Páramos y más

Biodiversidad de la alta montaña santandereana

1. El páramo, un bioma y muchos ecosistemas / **2.** Los bosques altoandinos / **3.** El bosque andino / **4.** Flora única de Santurbán / **5.** La fauna de Santurbán.

Pág: 59 - 122

Un pueblo con corazón de oro

Poblamiento e identidad de la gente de Santurbán

1. Chitará y los pueblos de indios / **2.** La primera fiebre del oro y el auge de pamplona / **3.** El real de minas y el surgimiento de Bucaramanga / **4.** Breve historia de las comunidades mineras y campesinas de soto norte / **5.** La cultura minera de Santurbán.

Pág: 123 - 165

Los caminos del agua

Hidrología y justicia ambiental

1. El ciclo hidrológico en Santurbán / **2.** Hidrogeológia / **3.** Áreas productoras de agua y ecosistemas estratégicos / **4.** Áreas consumidoras: ¿ A quién beneficia el agua de Santubán? / **5.** Las necesidades del agua.

Pág: 167 - 204

Formas, visiones y territorios

Imaginarios, derechos y ordenamiento territorial

1. El concepto de la delimitación del páramo / **2.** Orientaciones metodológicas oficiales / **3.** Los páramos y su categoría de conservación.

Pág: 205 - 226

Presentación

El macizo de Santurbán hace parte de un vasto corredor continuo de ecosistemas altoandinos que abarca las cimas de Jurisdicciones, Santurbán, Almorzadero, Cocuy, Pisba, Osetá y Tota. Comprende páramos y bosques altoandinos de distintos tipos, valles, cañones, lagunas, veredas, comunidades, historias e identidades moldeadas por la vida en la alta montaña.

Este texto que ahora ves contiene el resultado de los esfuerzos sumados de cientos de personas, entre investigadores y sabedores locales, que participamos en el estudio *"Identificación y delimitación de ecosistemas de la vertiente santandereana del macizo de Santurbán",* conducido por la Fundación Guayacanal, entre 2012 y 2013.

Cuando empezamos esta investigación, consideramos que nuestra primera obligación era reunir toda la información existente sobre la ecología de Santurbán: geología, suelos, aguas, clima, vegetación, sistemas de producción, historia; todo lo que hubiera en cuanto a estudios, inventarios, mapas. Uno de los páramos más importantes del país con toda seguridad había atraído la atención de muchos investigadores en tiempos lejanos y recientes. Había que reunirlo y estudiarlo todo antes de salir a campo.

La sorpresa fue mayúscula. Lo verificamos varias veces. Y, de verdad, todavía es difícil de creer: Santurbán, el páramo más mencionado y discutido en Colombia, era también uno de los más desconocidos, al menos para la ciencia y para las instituciones académicas y ambientales.

Cuando empezamos, en 2012, los estudios disponibles sobre la ecología de Santurbán no llegaban a cinco. Y lo que había era notablemente deficiente e incompleto, con la excepción de algunos estudios geológicos de décadas atrás. Seguro hubo otros investigadores. Y supimos de algunos. Pero casi no había quedado nada escrito y localizable.

Todo el debate se estaba dando y siguió dándose, sin información científica sobre el territorio en discusión. Más aun: hoy se sigue discutiendo sobre Santurbán sin conocerlo.

Las comunidades humanas de Santurbán, las mismas que nos habían invitado a realizar este estudio, confiando en la ayuda superior de la ciencia, resultaban ser las únicas reales conocedoras de estos ecosistemas.

Entre 2012 y 2013

Más de 60 profesionales de distintas disciplinas: geólogos, hidrólogos, agrólogos, zoólogos, botánicos, ecólogos, sociólogos, economistas, recorrieron las montañas y los valles de Cachirí, Suratá, California, Vetas, Matanza, Charta, Tona y Berlín[1].

Hicimos 432 levantamientos detallados de vegetación, 380 análisis de suelos desde la cota 2300 hasta los 4290 metros sobre el nivel del mar. Esto, junto con la fotointerpretación detallada de imágenes satelitales de alta resolución permitieron producir, por primera vez, el inventario y la cartografía de suelos, geoformas, ecosistemas y comunidades vegetales.

Realizamos entrevistas, reuniones y talleres con los habitantes de cada zona y con representantes de cada sector económico: los mineros de vetas y california, los *galafardos* o mineros informales, los agricultores de Berlín, los ganaderos de Suratá, concejales, alcaldes, líderes de distintas organizaciones, habitantes de fincas solitarias en valles remotos y sobrevivientes de tiempos idos.

Todo este proyecto comenzó en 2012, cuando un grupo de líderes y representantes de distintos sectores políticos, económicos y sociales, de la provincia de Soto Norte, crearon un espacio de diálogo regional que llamaron "la Mesa del Río Suratá", para compartir ideas sobre el desarrollo de su territorio.

En medio de estas discusiones, se plantearon su preocupación por el mandato de delimitación de páramos y exclusión de actividades económicas, que acababa de incluirse en la Ley del Plan de Desarrollo en 2011. Una decisión que sin duda iba a traer consecuencias importantes para una región como Soto Norte, donde todos sus habitantes viven del agro y la minería desde antes de la llegada de los españoles al Nuevo Mundo.

1.Cachirí es el corregimiento más septentrional de Suratá y Berlín es el corregimiento en la parte alta de Tona. Los demás toponímicos se refieren a los municipios que forman la provincia de Soto Norte, en el departamento de Santander y que abarcan la vertiente santandereana de Santurbán, en la cuenca del río Suratá.

En este diálogo regional, concluyeron que, como habitantes del territorio de Santurbán, no podían esperar pasivamente a que otros vinieran a informarles sobre el significado ambiental de su territorio y las decisiones correspondientes. Necesitaban tener un estudio científico accesible y transparente para todos.

Jamás podremos agradecer suficiente la enorme confianza que las comunidades de Santurbán depositaron en nosotros para realizar dicho estudio. Respondiendo a esa confianza y al cariño que creció, hemos estado desde entonces cercanos a ellos, continuando el intercambio de saberes y respaldando a quienes han creado el territorio que hoy todos valoran aunque no todos conozcan a sus creadores.

Queremos también agradecer a Juan Carlos Alemán y Sonia Adame, de las fundaciones Itzea y Zizua, quienes acompañaron a las comunidades de la Mesa del río Suratá y recomendaron a la Fundación Guayacanal como el ente científico capaz y objetivo para realizar estos estudios.

A César Díaz, Ana Milena Vásquez, Juan Arturo Franco, Leyla Rojas y demás personas del sector minero, quienes gestionaron el patrocinio de la Cámara Colombiana de Minería a la solicitud de las comunidades locales. Quiero hacerles expresa nuestra gratitud por su apoyo y nuestra admiración personal por su compromiso impecable de respeto a la independencia del proceso y a los resultados de la investigación científica.

Al equipo de Minesa, en especial a Alba Lucy Toro, por su impulso decidido a la publicación de los resultados.

A Brigitte Baptiste, entonces Directora del Instituto Humboldt, por su respaldo científico y personal al desarrollo y los resultados de este estudio y por su constante insistencia en la publicación del mismo.

Al día de hoy, esta es la única investigación ecológica sistemática e integral que se ha realizado sobre el Santurbán santandereano. La única que ha sumado sensores remotos, trabajo de campo, diálogo de saberes con los habitantes, análisis de laboratorio, colecciones biológicas de respaldo y análisis estadísticos robustos. La única que ha equilibrado consideraciones físicas, biológicas y socioeconómicas. Es el único estudio, hasta hoy, que ha cumplido con todos los requisitos en cuanto a criterios, métodos y escala.

Estos resultados se apoyan en análisis de laboratorios certificados, colecciones biológicas referenciadas, levantamientos de campo fotografiados y georreferenciados, análisis estadísticos transparentes y testimonios humanos documentados. De tal modo, pueden ser verificados por cualquier persona en cualquier momento.

Este estudio no dice qué se debe hacer con el territorio, ni cómo ni dónde. Porque eso deben decidirlo los involucrados.

Pero este estudio ofrece, de manera abierta y transparente, información suficiente y necesaria para que todos, sean cuales sean sus intereses, posiciones y creencias, puedan contrastar y enriquecer sus propuestas con el conocimiento científico de los hechos de la naturaleza.

No hay mejor modo de cerrar esta presentación que con una frase de:

Brigitte Baptiste:

“Las decisiones del ordenamiento territorial no son resultado de los estudios científicos, porque el proceso de ordenar el territorio es un proceso político, donde todos los actores involucrados deben participar. Pero esos estudios son indispensables para que la sociedad pueda dar una discusión informada y tomar decisiones adecuadas.”

Germán Camargo
Ponce de León

Director Fundación Guayacanal

Capítulo I

Fuego y Hielo

Orígenes geológicos de un relieve único

1. El agua

. Primero fue el mar

Durante la mayor parte de la historia de la Tierra, lo que hoy se conoce como la Cordillera de los Andes no existía. La costa pacífica de Sudamérica se encontraba frente a lo que hoy son los Llanos Orientales, y Sudamérica era más pequeña. Esto no solo se debía a la inexistencia de los Andes, sino a la presencia de pequeñas cordilleras y de un río Amazonas más corto, el cual no corría hacia el Atlántico sino hacia el Pacífico, justamente en dirección contraria a la que tiene hoy en día.

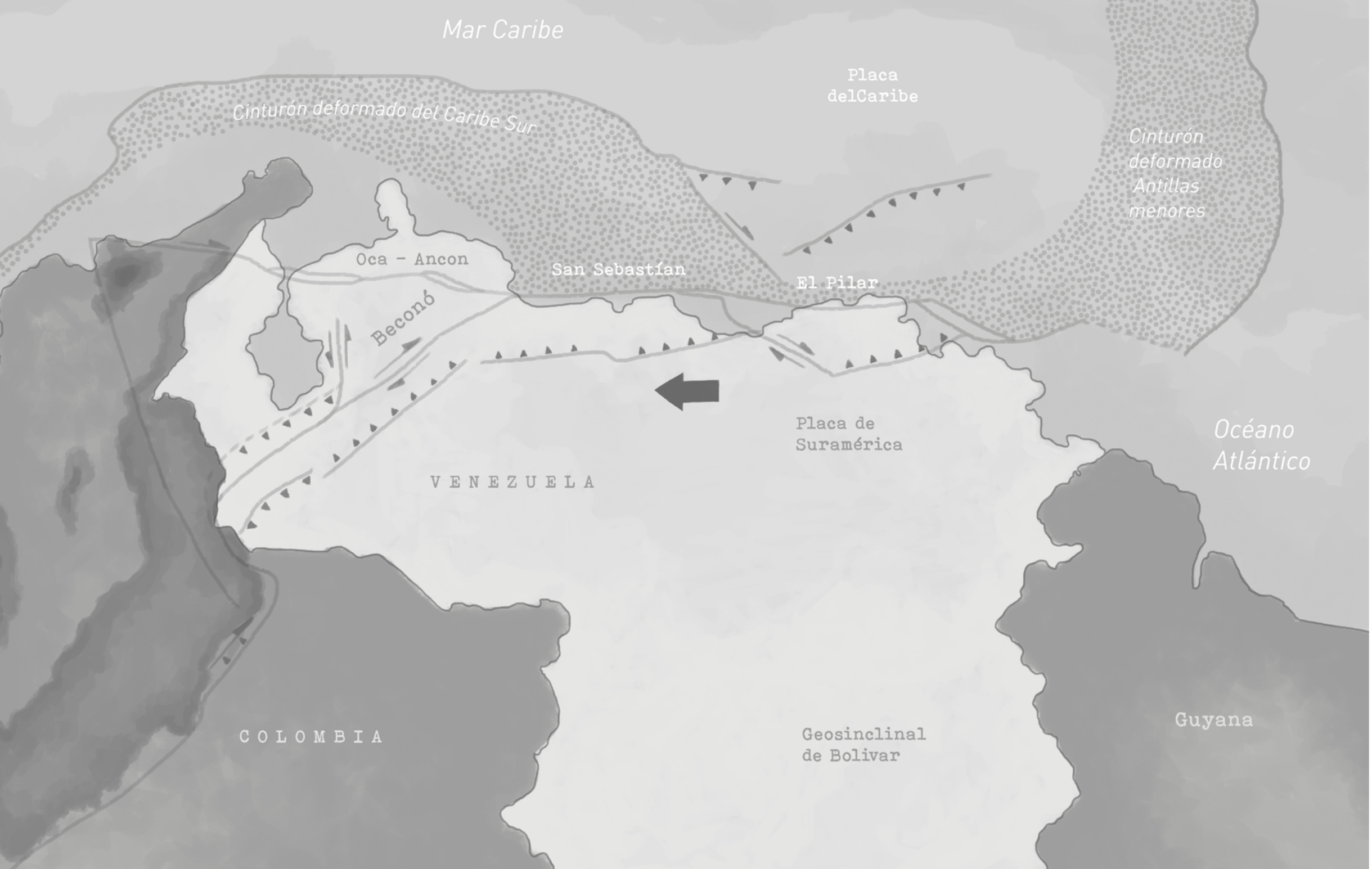
Debido a la acción de miles de millones de años de erosión y de fuertes lluvias tropicales, de las antiguas cordilleras quedan pocos vestigios. Como parte de esto, se pueden observar insólitas formaciones rocosas como los tepuyes, con ejemplares como la Serranía de Chiribiquete en Colombia o la Roraima en Venezuela, famosas por el aclamado film de Disney *Up*, producido en 2009.

No sería sino hasta el Cretáceo, hace aproximadamente unos 140 o 60 millones de años A.P., cuando el paisaje de Santurbán todavía era un punto perdido en medio de una gran extensión marina de poca profundidad y de clima tropical, que se abría un amplio brazo de mar, al que hoy los geólogos llaman "el Geosinclinal de Bolívar". En aquellos tiempos, este se extendía desde el Caribe hasta lo que hoy se conoce como el alto Putumayo. Sus aguas, confinadas entre la recién formada Cordillera Central, se encontraban separadas del Océano Pacífico por el Oeste, y de los Llanos Orientales por el Este. Esto implicaba que Arauca y Meta compartían playas en este mar, y que Ibagué, de haber existido, habría sido una localidad costera. Con esto, queremos evidenciar que la mayor parte de los Santanderes estuvo cubierta de mar.

De estos mares cálidos y llenos de vida quedó un sinnúmero de fósiles marinos, ubicables en lugares de gran altitud como los Cerros Orientales de Bogotá, Villa de Leyva, Barichara y la Mesa de Los Santos. Entre las especies encontradas, han sido identificadas ostras, caracoles, corales, amonitas, gusanos y grandes reptiles marinos, enterrados y fosilizados entre las arenas de las playas y en los mares someros.

La presencia de estos fósiles de fauna marina en las tierras altas de la Cordillera Oriental (a más de 1000 metros sobre el nivel del mar) es una de las evidencias más espectaculares sobre el origen de la cordillera misma. Hace 60 millones de años, lo que era un mar de poca profundidad comenzó a elevarse lenta y constantemente, plegando y elevando la roca, para luego doblar y quebrar la corteza terrestre hasta formar lo que hoy se conoce como los Andes orientales colombianos y la Cordillera de Mérida en Venezuela.

Del Geosinclinal de Bolívar solo queda el Lago de Maracaibo, que, aunque inmenso, apenas es un minúsculo vestigio. Mientras existió, el Geosinclinal, rebosante de vida, cálido y poco profundo, se veía fertilizado de manera constante por los sedimentos volcánicos transportados por los ríos provenientes la Cordillera Oriental. Bullía gracias a las grandes concentraciones de organismos marinos microscópicos -conocidos hoy como plancton-, los cuales abundaban y sostenían una fauna marina diversa, que iba desde las amonitas y trilobites hasta los ictiosaurios y elasmosaurios.



Norte de Suramérica con la cordillera central y el geosinclinal de Bolívar.

Al igual que como sucede hoy en día, la frenética fotosíntesis de las algas microscópicas produjo la mayor parte del oxígeno del planeta. Gracias a la acción de estas, el fitoplancton que moría se depositaba en el fondo de los mares junto con todo el carbono, quedando sepultado producto del flujo continuo de sedimentos provenientes de ambas costas. Sepultados por la presión, y luego de millones de años, los sedimentos ricos en carbono dieron origen a grandes depósitos de hidrocarburos como son el gas natural y el petróleo, o lo que se conoce hoy en día como cuencas sedimentarias.

Si hoy observáramos dónde se ubican los grandes depósitos de gas y de petróleo en Colombia, veríamos que estos se extienden a ambos lados de la Cordillera Oriental, la cual se eleva en medio de la gran cuenca sedimentaria del Geosinclinal de Bolívar, y a cuyo paso se encuentran distintas cuencas sedimentarias a cada lado, tanto en el Valle Alto y Medio del Magdalena, como en el Piedemonte Llanero y Amazónico. Por esta razón, es que a este mar le debemos todo el gas y petróleo existentes en Colombia.

La energía del sol, atrapada y almacenada durante millones de años gracias a la fotosíntesis de infinitos microorganismos marinos, permite que ahora podamos encender el fogón, bañarnos con agua caliente, tanquear el carro o viajar en autobús. Justamente, son las olas del mar del Cretáceo, cargadas de algas, las que suenan en el fondo de todas estas actividades.

Luego de una gran explosión, fechada hace 66 millones de años, súbitamente el paraíso marino que representó el Cretáceo llegó a su fin. Un enorme meteorito de aproximadamente 10 Km de diámetro golpeó la tierra justo en el mar Caribe, donde se hoy se ubican las costas del Estado de Yucatán en el golfo de México. En pocas horas, la onda expansiva, compuesta de polvo y gases incendiados, barrió el planeta entero, arrasando y quemándolo todo. En las horas y días siguientes, gigantes tsunamis barrieron casi todas las costas para luego adentrarse en las llanuras y valles de varios continentes. El impacto sacudió la corteza terrestre y disparó un pico de actividad volcánica que generó nuevos terremotos y tsunamis. Al polvo y a las cenizas de los incendios, se sumaron los gases y partículas expulsados por los volcanes, los cuales llegaron a la atmósfera, sumiendo al planeta entero en una noche gélida que duraría dos años, y en la que las temperaturas descenderían por debajo de los 28°C. Esta cadena catastrófica significó una de las extinciones masivas más rápidas y completas de la historia del planeta, desapareciendo cerca del 75% de todas las especies de flora y de fauna.

El levantamiento de la cordillera Oriental del fondo del océano tuvo lugar en un momento en el que el mundo se encontraba habitado por una nueva biosfera de ecosistemas, reconstruida por los sobrevivientes al cataclismo planetario, y muy distinta a la del mundo reptiliano de la era secundaria. De este modo, la Era Terciaria o Cenozoica daría inicio: un mundo dominado por mamíferos, aves, plantas (y sus flores), insectos polinizadores, entre otras especies, y caracterizado por contar con menos cantidades de oxígeno, de dióxido de carbono, pero con un número mayor de suelos fértiles producto del desastre.

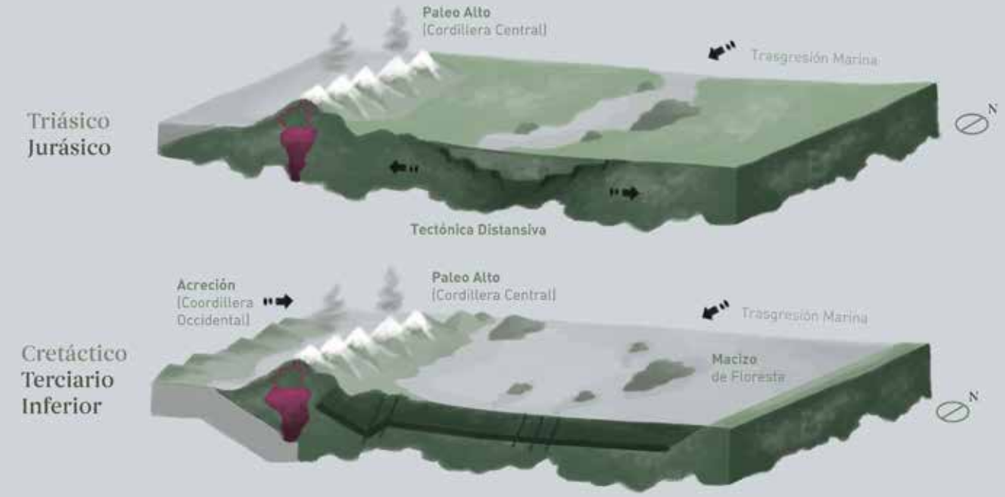
2. La tierra:
Lo tectónico, lo titánico y lo telúrico

Aunque la *orogénesis*[1] de las tres cordilleras colombianas comparte una misma causa, esta sigue tres caminos diferentes. Después de la colisión entre placas tectónicas impulsada por las corrientes de magma del manto terrestre, cantidades inimaginables de roca líquida surgieron del interior de la tierra por medio de dorsales oceánicas, las cuales consisten en cordilleras volcánicas submarinas. Tras esto, la nueva roca emergente se enfría y empuja las placas vecinas hacia distintos lados de la corteza terrestre.

La placa del fondo del Pacífico, siendo una de las mayores placas del planeta, avanza al año unos cuantos centímetros hacia el continente americano. Esta placa empuja a una más pequeña, la placa de Nazca, frente a la costa suramericana, y se estrella contra el borde de la Placa Sudamericana.

Como es bien sabido, el choque entre placas suele generar una elevación. Por ejemplo, el Himalaya se formó y se sigue formando (elevando) justo donde se estrellan las placas de India y de Asia. En este proceso, es más frecuente que una de las placas se hunda bajo la otra en un proceso titánico, en el que trillones de toneladas de roca son forzados a hundirse bajo otra masa similar en un proceso (titánico) llamado *subducción*.

1. Palabra proveniente del idioma griego (oroin significa "montaña" y génesis significa "origen").



Etapas de la elevación de la Cordillera Oriental.
Islas - Pantanos - Ríos

En una zona de subducción ocurren varias cosas. La placa superior se comprime de manera frontal y se pliega para luego ser empujada hacia atrás y hacia arriba por la placa que se hunde bajo esta. Esto produce distintas fuerzas que generan plegamientos y rupturas, es decir, fallas geológicas: líneas en las que la corteza terrestre se fractura en profundidad, y en las cuales se mueven en distinta dirección piezas rocosas de un lado a otro.

A medida que la placa tectónica (en estado sólido) se sumerge en el manto terrestre y se funde en la roca líquida, la subducción genera un significativo aumento de la presión y de la temperatura. La presión resultante genera corrientes que ascienden y presionan la cara inferior de la Placa Sudamericana, haciendo que esta se eleve.

La Cordillera Central, la primera en formarse, terminó su proceso de elevación 100 millones de años antes que las demás. Su formación estuvo marcada por el ascenso de las corrientes de magma de la zona de subducción, a través de las cuales la roca líquida ascendía a gran presión y temperatura, abriéndose camino a través de fallas y fisuras. Debido a esto, su corteza se elevó y se expandió como una extensa ampolla producto de la presión del magma, el cual, a lo largo de sus estallidos hacia el exterior, generó erupciones volcánicas que depositaron, capa tras capa, distintos materiales que contribuyeron en el ascenso de la misma. Dado que la formación de la Cordillera Central tuvo lugar entre el Triásico y el Jurásico, esta fue la única de las tres cordilleras en ser habitada por dinosaurios y otros grandes reptiles terrestres.

Por su parte, el ascenso de la Cordillera Oriental, después de millones años, empezaría a lo largo del Cretáceo. A finales de este periodo, hace más de 66 millones de años, en el fondo del mar del Geosinclinal de Bolívar, empezaría a elevarse. La manera como se dio su elevación y las cosas que sucedieron y siguen sucediendo dentro y fuera de la corteza terrestre, durante este enorme y prolongado ascenso (hasta nuestros días), explican la forma del paisaje santandereano y la existencia del Macizo de Santurbán, de la cuenca del río Suratá y de la Meseta de Bucaramanga.

Este ascenso tardaría millones de años. Unos centímetros acá, unos milímetros allá, y así año tras año. A veces, este proceso se frenaba o se aceleraba. Este vaivén de cambios es conocido con el nombre de pulsos orogénicos, los cuales perduran hasta hoy en día. Por ejemplo, algunas regiones todavía se siguen hundiendo, como en el caso de Zapatoca, mientras que otras continúan elevándose, como sucede con la Mesa de Los Santos.

A diferencia de la Cordillera Central, la orogénesis de la Oriental no correspondió a un proceso volcánico, sino a uno tectónico. La elevación de la Oriental fue el resultado del empuje de la Placa de Nazca sobre la Placa Sudamericana, haciendo que esta se plegase hacia atrás y hacia arriba en una enorme serie de gigantescas arrugas que abarcaban desde la Patagonia hasta el Caribe. Este modo de elevación le dio la forma característica a la Cordillera Oriental: un conjunto de pliegues paralelos en dirección Sur–Norte que dieron origen a numerosos filos y valles con distintos ríos que corren en dirección Norte.

Durante el Eoceno, tuvo lugar el levantamiento de la Cordillera Oriental tras unas pocas ascensiones en puntos aislados. Luego de un ascenso generalizado al comienzo del Oligoceno, se definieron grandes bloques, como en el caso del Macizo Santandereano, los cuales aumentarían violenta y velozmente la elevación de la cordillera a lo largo del Mioceno.

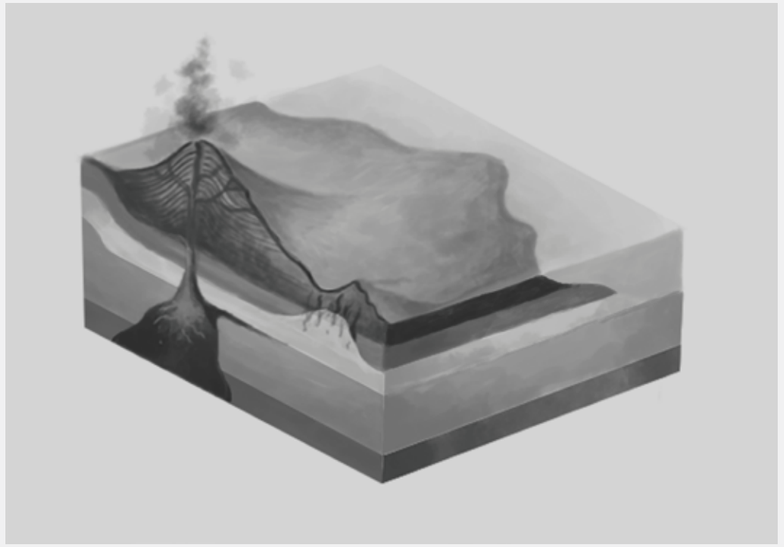
El levantamiento de la cordillera Oriental, el cual tuvo lugar en un mar estrecho, alargado y poco profundo, generó distintas islas y cadenas de islas. La evidencia geológica invita a pensar que, a finales del Eoceno y principios del Oligoceno, algunas partes de la cordillera surgieron del mar, como en el caso del Macizo de la Floresta, el cual continuaría su elevación hasta convertirse en el punto más alto de la nueva Cordillera en el que ahora se encuentran la Serranía del Cocuy y distintas zonas montañosas aledañas. Al Macizo de la Floresta le siguieron los levantamientos del Macizo de Santander y de la Serranía (anticlinal) de Los Cobardes, que ahora separa al Magdalena Medio de la Orinoquia.

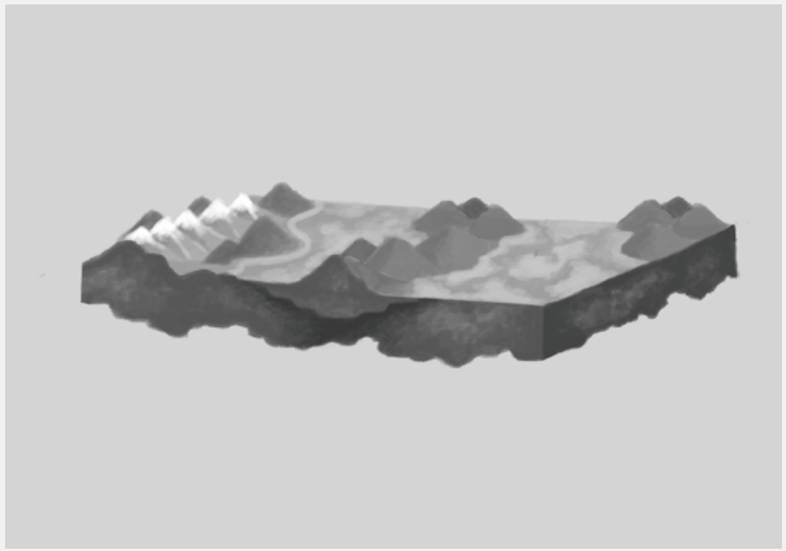
A inicios del Mioceno, la Serranía de los Cobardes, Yariguíes, Santurbán y Almorzadero, apenas eran islas alargadas que se extendían en el mar del Geosinclinal de Bolívar.

Por lo tanto, el Mioceno se inaugura con un Santurbán insular, tropical y costeño en el que, al carecer de cordillera, primaba la tierra caliente. En la Cordillera Central y en las montañas del extremo sur de Sudamérica, los pisos térmicos, los ecosistemas propios de las distintas altitudes, y la mayoría de las especies de tierra fría, aún no existían. Debieron transcurrir millones de años para que nuevas especies evolucionaran o llegaran de otras tierras. El levantamiento de los Andes contribuyó en esta causa, pues tiempo después sirvió como corredor de tierras altas y frías para la circulación de nuevos tipos de fauna y de flora de alta montaña.

También, durante el Mioceno, entre la Cordillera Central y la Oriental, el río Magdalena aun no existía. La *regresión marina*, es decir, la lenta retirada del mar hizo que el geosinclinal de Bolívar, ubicado entre la alta Cordillera volcánica Central y la joven Cordillera Oriental, se convirtiera en una serie de ciénagas, lagunas salobres y extensos bajos pantanosos. Entre el Oligoceno y el Mioceno, lo que hoy es el valle del Magdalena consistía en una cuenca endorreica, o sea, sin salida al mar.

Estas grandes regiones pantanosas serían escenario para la formación de diferentes bosques y matorrales inundables. El material vegetal depositado en el agua y en el fango, tras su descomposición debido a la falta de oxígeno de los pantanos, generó, durante millones de años, extensas y profundas turberas: masas de material vegetal muerto empantanado. Estas empezaron a verse cubiertas por los sedimentos de la erosión de la nueva cordillera, es decir, por arenas y arcillas, las cuales más tarde presionarían y compactarían la materia orgánica.





Corte zona de subducción, corte con las tres coordilleras, los puntos de ascenso del magma y la caldera del Chicamocha.

Durante la elevación de la cordillera, como un conjunto complejo de pliegues y fallas, los depósitos de turberas de los bosques pantanosos quedaron atrapados en el fondo de los mismos, al tiempo que sepultados por sucesivos sedimentos. Bajo la alta presión ejercida por las capas geológicas, la materia orgánica se convirtió, primero, en turba y en hulla, luego en formas cada vez más cristalinas semejantes al grafito de los lápices, y por último en lignitos y antracitas: carbones rocosos provenientes de los bosques pantanosos del Mesozoico temprano. Es en este proceso en donde reside el origen de los grandes mantos de carbón que se extienden desde el Altiplano cundiboyacense hasta la Serranía de Yariguíes, las montañas de Toledo, Cúcuta, las serranías del Cesar y el Cerrejón en la Guajira.

Una parte de este carbón se utiliza hoy en la fabricación de cemento, el cual se obtiene de la mezcla con el yeso proveniente de los sedimentos marinos de la Cordillera Oriental. También, se emplea para la fabricación de concreto, el cual es utilizado para la construcción de edificios, vías y puentes, luego de la combinación entre el cemento, la arena (proveniente de los ríos y arrecifes) y el acero (obtenido tras la combinación entre el hierro y el carbón).

Los sedimentos, surgidos de la erosión sobre antiguas rocas en un ciclo que se repite cada 4000 millones de años o más, son arrastrados, depositados y sepultados en distintos lugares por acción del agua, hasta compactarse y formar nuevas rocas. A lo largo de este ciclo, las cordilleras se elevan y deshacen, y los continentes se estrellan y se hunden uno bajo el otro (dependiendo de la forma en que floten sobre el manto líquido y ardiente del planeta).

La mayoría de las rocas que hoy hacen parte de la Cordillera Oriental se formaron de los sedimentos depositados al final de los ríos o a orillas o costas del mar o en el fondo del mismo. Las arenas de los deltas y playas formadas en depósitos de cientos de metros de espesor, después de transcurridos millones de años, se compactaron hasta convertirse en rocas areniscas. Estas, las cuales abundan en el paisaje andino, modelan las paredes altas del cañón del Chicamocha.

Además de estas formaciones, sedimentos como las turberas de los pantanos se transformaron en mantos de carbón. También, las arcillas de las orillas de los ríos, de las quebradas y de los fondos marinos se convirtieron en arcillolitas, pizarras y otras rocas con capas delgadas de grano fino. Por su parte, los lodos derivaron en lodolitas.

Asimismo, cuando observamos las vetas amarillas, grises o pálidas en las paredes de las cañadas, y las peñas y cortes de las carreteras de la Cordillera Oriental, en estas, casi siempre se puede divisar sedimentos marinos: millones de toneladas de corales y de conchas marinas, que con el tiempo se convirtieron en rocas calizas, y que se acumularon en algunos lugares de lo que hoy es Santander.

Las lluvias

que se filtraron en el subsuelo de la nueva cordillera, luego de disolver las rocas, generaron varias de las grandes cavernas de Santander que hoy se observan con goteras de cristales de calcio en forma de estalagmitas y estalactitas. Por esta razón, la Cordillera Oriental, a diferencia de la Central (volcánica), se considera sedimentaria: hecha casi en su totalidad de sedimentos marinos y aluviales (de los primeros ríos), los cuales se elevaron y quebraron hasta formar montañas.

El hecho de que esta cordillera sea una ancha franja de pliegues revela la magnitud de la fuerza de colisión, capaz de arrugar y fracturar capas de rocas sedimentarias de kilómetros de espesor. Esta fuerza, que aún perdura hasta nuestros días, puede encontrarse en la presión que ejerce la Placa tectónica de Nazca sobre la Sudamericana, la cual se hunde bajo esta. Por otra parte, desde el norte, la placa de Norteamérica genera una presión sobre la del Sur, y la del Caribe lo hace sobre la Sudamericana, generando así otra subducción.

Todos estos empujes generaron fuerzas gigantescas de fricción y de compresión que produjeron la elevación de la cordillera. Tras esto, estas fuerzas se acumularon en las zonas de contacto entre las fallas geológicas, liberándose a cada tanto en forma de terremotos a distinta profundidad.

La Cordillera Oriental, por tratarse de una cadena montañosa joven, resulta geológicamente activa. Debido a que su alzamiento aún es continuo, sus fallas se mantienen activas y generan frecuentes movimientos telúricos. Muchas de sus rocas, las cuales todavía no se han consolidado, se desintegran en la superficie dando lugar a deslizamientos y avalanchas. Por lo tanto, al ser su erosión sumamente activa es que se producen grandes cantidades de sedimentos, que fluyen hacia el Magdalena, la Orinoquia y el Caribe. Además, los ríos, luego de una sobrecarga de sedimentos, se desbordan creando ciénagas y valles fértiles. Con esto, queda clara la movilidad de este paisaje tan dinámico, cambiante y propenso a generar desastres y noticias que, a su vez, dada la juventud de la cordillera, son, de manera indirecta, testimonio de una región rica en suelos fértiles, paisajes imponentes y yacimientos minerales.

3. El macizo de Santander
y la falla[2] de Bucaramanga

Con cada pulso orogénico nuevas porciones de la cordillera se elevaron. Esto generó el surgimiento de formas alargadas y estrechas similares a filos, como la Serranía de Yariguíes y la de Los Cobardes; de otras anchas y voluminosas, como los macizos de El Almorzadero y de Santurbán; y de unas con elevación media, pero sin llegar a plegarse, como las mesetas, en este caso, la Mesa de Los Santos.

Durante el Mioceno y el Plioceno, la Cordillera Oriental siguió elevándose. Su ascenso no sólo significó un aumento gradual en la altura de los filos y de los macizos, sino el levantamiento de nuevas secciones de la cordillera, justo donde había existido mar o llanura. Además de hacerse más alta, la cordillera se hizo más larga y ancha al acoger nuevos macizos, filos y valles. Por esta razón, cuando se observa la cordillera desde una imagen satelital, esta puede verse como una franja larga y ancha, compuesta de numerosos pliegues paralelos, casi todos en dirección Sur – Norte.

1 Una falla es la línea en que se fractura la corteza terrestre producto de las fuerzas de tensión o de compresión a las que esta es sometida.

Imagen satelital de la Cordillera Oriental a la altura de Santander, Google Earth.

Estribación rocosa Páramo de Santurban.

Escorrentia en cañadas.

Además de ser una cadena montañosa,

la Cordillera Oriental es un conjunto ancho de sierras y de macizos -más o menos paralelos-, que comienza en el Sur con el Macizo Colombiano y termina en el Norte con el Macizo de Santander. La Serranía de Perijá, a modo de estribación, se puede observar en su alargamiento hacia el Norte de Santurbán y hacia la Cordillera de Mérida (Venezuela) por el nororiente. Todas estas sierras y macizos hacen parte del levantamiento de la Cordillera Oriental, producto de las distintas fuerzas de compresión sucedidas entre varias placas durante el Mioceno (60 millones de años atrás).

Macizo montañoso de Santurbán

El Macizo de Santander, como un gigantesco bloque levantado que limita al occidente con la Falla Bucaramanga-Santa Marta, y al oriente con el sistema de Fallas Pamplona-Cubogón-Mercedes, es solo una parte más de una gran estructura geológica conformada por el Bloque de Maracaibo, el cual limita con las fallas de Bucaramanga-Santa Marta, Oca y Boconó, y en el que la Falla de Bucaramanga se erige como el límite con la subplaca de Maracaibo. Con base en esto, la existencia de un páramo en Santurbán no solo se debe a la presencia del Macizo de Santander, sino a la incidencia que tuvo la Falla de Bucaramanga en la zona.

La Falla de Bucaramanga, también conocida como Falla Bucaramanga – Santa Marta, es una de las mayores fallas geológicas en el territorio colombiano. Además, cabe decir que esta no consiste en una falla, sino en un enorme sistema de fallas paralelas del que se desprenden otras grandes fallas satélites como las de Mutiscua, Suratá y Romeral-Cucutilla, las cuales se encuentran enmarcadas en el Macizo de Santurbán (Royero y Clavijo, 2001). Por otra parte, otras fallas (menores) que también hacen parte del Macizo son las de La Baja, en California, Móngora, en la parte baja del río Vetas, y Charta, en un río con su mismo nombre.

El tamaño de la Falla de Bucaramanga permite hacerse a una idea de las fuerzas tectónicas que la formaron -las cuales aún continúan ejerciendo presión sobre la misma-. Según algunos autores, como Cediel, Shaw y Cáceres (2003) y Cediel y Cáceres (2000), hace 1.200 millones de años la colisión entre la placa de Norteamérica y el Escudo Guyanés Sudamericano dio origen tanto a la falla de Bucaramanga, como a gran parte de la cicatriz geológica ("paleosutura") que conforma al cañón del Chicamocha. Además, hace 120 millones de años (Cediel, Etayo y Cáceres, 1994), durante el período Aptiano-Albiano, la Falla de Bucaramanga tuvo una nueva actividad al igual que al final del Mioceno, cuando la Cordillera Oriental ya se había formado (Boinet, Bourgois y Mendoza,1989).

Alrededor de la falla de Bucaramanga, han convergido y se han estrellado distintas fuerzas tectónicas que generaron elevaciones como el Macizo Santandereano y el de Santurbán. Al oriente, tras observar los cerros de Bucaramanga, llama la atención la fuerte elevación de estos al resultar bastante empinados. También, esto mismo sucede cuando se observa la falla de Bucaramanga, ya que lo que prima es el borde del bloque elevado: el Macizo de Santurbán.

Aún hoy en día, se detecta actividad neotectónica (movimientos de las placas y subplacas continentales) en la Meseta de Bucaramanga. Esto se debe a la constante actividad sísmica de placas, subfallas y fallas vecinas, como en el caso de la de Zapatoca y la del nido sísmico del Chicamocha, siendo esta región aquella con la mayor actividad sísmica en Colombia y la segunda en el mundo después de Afganistán.

Las fuerzas que rompen la corteza terrestre y que crean una falla, ejercen presión a ambos lados de la misma, haciendo que esta se desplace. A modo de ejemplo, la elevación de la Mesa de Los Santos es producto de la presión que ejercen dos grandes fallas: la de Bucaramanga y la del Suárez, al tiempo que la de Zapatoca se hunde al occidente, y la de Almorzadero se eleva al oriente.

Circos glaciares en la falda de la montaña.

La falla de Bucaramanga

con sus bordes casi verticales, y en apariencia similar a las laderas que caen del Macizo de Santurbán hacia el río Suratá y hacia la Meseta de Bucaramanga, puede ser entendida como una "falla de rumbo". Se cree que esta gran falla tiene un "movimiento sinestral", es decir, al tiempo que la meseta de Bucaramanga se desplaza hacia el Sur, el Macizo de Santurbán lo hace en dirección Norte. La distancia acumulada durante esto oscila entre los 100 y los 110 km (Ward, Goldsmith, Cruz y Restrepo, 1973) que, en líneas generales, implica que en algún momento varios millones de años atrás, Ocaña y Bucaramanga debieron estar casi frente a frente. Este desplazamiento, sumado a la dirección de las fallas secundarias, puede explicar por qué la totalidad de las quebradas y de los pequeños ríos que descienden del Macizo de Santurbán bajan en dirección suroeste. Razón por la cual una falla gigantesca como la del río Suárez se extiende desde el Sur y se une a la falla de Bucaramanga cerca de Palonegro, justo en el punto donde hoy se conectan los ríos de Oro y Suratá.

Entre el Mioceno y el Plioceno, tras una depresión en la que convergieron la Falla del Suárez, la Falla de Bucaramanga y las aguas de la vertiente occidental de Santurbán, el área de lo que hoy se conoce como la "olla" de Bucaramanga empezó a formarse. Durante este período, el área comprendida entre estas dos fallas comenzó a levantarse producto de un conjunto parejo de altiplanos de los que aún sobreviven: Ruitoque, Los Santos y Barichara-Villanueva. Pero no sería sino hasta en los últimos cinco millones de años, comprendidos entre el Plioceno y el Holoceno, cuando las dos grandes fallas volverían a activarse, generando una fragmentación en la plataforma inicial (Julivert, 1958).

En la convergencia de estas dos fallas, justo donde hoy se encuentran Floridablanca, Bucaramanga y Girón, existe una *dovela*: fragmento de corteza terrestre que se hunde en forma de cuña en medio de dos fallas. Como consecuencia de los movimientos de distintos bloques dentro de las fallas, la *dovela* comenzó a hundirse, generando una gran depresión que se llenó con los sedimentos de los ríos y quebradas de Santurbán hasta formar una llanura que luego se convertiría en la Meseta de Bucaramanga.

4. Los cambiantes senderos del agua

La elevación gradual y por zonas de la cordillera tiene un efecto en el que casi nunca se piensa: la formación de quebradas y ríos. A medida que distintas partes de la Cordillera se elevan, quedan algunas tierras bajas las cuales provocan un cambio continuo en el descenso de los caminos del agua, desde las cumbres hasta los valles bajos y el mar.

El ascenso de las cadenas montañosas dejó tras de sí porciones más bajas, las cuales hoy se conocen con el nombre de sinclinales, similares a pliegues en los que se juntan las bases de las montañas. Por su parte, durante el descenso del agua lluvia por las laderas, esta encuentra líneas más bajas en las que acumularse, al tiempo que erosiona y talla los cauces de las quebradas y de los ríos.

Por esto mismo, todo lo que se eleva se pliega, fractura y queda expuesto a la lluvia. El agua que corre genera un proceso de erosión, sobre todo en las líneas de falla en las que la roca se encuentra más fraccionada. A través de los pliegues y fallas, gracias al agua que corta la roca y arrastra sedimentos, se abren cortes que se convierten en quebradas y ríos, los cuales tallan cañones y valles, y con los que se da forma a la cordillera. Es por esto que, gran parte de los cauces principales de quebradas y ríos de la región ahora corren por las líneas de las fallas geológicas principales y por las fallas locales (más pequeñas).

Cada vez que hay un pulso de orogenia, una parte de la nueva cordillera se eleva y se acelera la oroclastia, es decir, la desintegración de las montañas por acción de los deslizamientos y de la erosión que, además de arañar y desmoronar por efecto de los nuevos ríos, arrastra los sedimentos a los valles y el mar. Por ejemplo, se sabe que, transcurridos varios millones de años, los Andes desaparecerán y dejarán una llanura con pocas colinas o mesetas bajas (al igual que como terminan todas las cordilleras del mundo). Esto será un proceso similar al sucedido en el caso de Chiribiquete y de Roraima, que en el pasado fueron cordilleras.

Por su parte, las fallas secundarias que se desprenden de la falla de Bucaramanga tienen una dirección nororiental. El agua lluvia que recorre estas líneas de ruptura, al tiempo que las erosiona y profundiza, crea valles paralelos (bastante rectos) que bajan del Nororiente hasta el Suroccidente. Muchas de las principales quebradas, como La Baja, Móngora, La Plata y El Salado, descienden por estas fallas. Debido a que estas quebradas bajan por el flanco del macizo hacia la falla de Bucaramanga, su pendiente resulta más fuerte, haciendo que se formen numerosos rápidos y cascadas.

El flujo constante de agua con sedimentos resulta similar al de una sierra de cadena que corta la roca y arrastra los fragmentos y partículas cuesta abajo. Con los años, la quebrada ahonda su corte en la roca, y la cañada se hace cada vez más profunda, similar a un corte en "V" que no para de crecer. A esto se le conoce con el nombre de *disección*.

En las quebradas y ríos disectados, el cauce y las orillas que se observan hoy en día se encuentran mucho más abajo que en el pasado. En ocasiones, se han hallado arenas y piedras de río en puntos muy por encima de la orilla actual. Este hecho no significa que el río haya crecido y que los haya arrastrado hasta ese punto, sino que miles de años atrás, el río, además de tener ese mismo nivel, cortó su propio fondo al tiempo que descendía.

Entre más grandes sean el caudal y la pendiente, la fuerza erosiva del agua será mayor. Por ejemplo, en la parte baja de las quebradas el caudal es mayor, por lo que en caso de que la pendiente no disminuya, la fuerza erosiva se mantendrá en crecimiento.

Esto mismo sucede en las cañadas de Santurbán, en donde las partes altas, pese a ser pequeñas, al descender se juntan en quebradas cada vez más caudalosas y en cañadas más amplias y profundas, hasta formar cañones como los de la quebrada La Baja o como los del río Vetas.

En cambio, donde disminuye la pendiente el agua, la erosión se ralentiza y se explaya depositando sedimentos que forman tanto vegas, como el fondo de los valles. Esto mismo sucedía con las aguas que descendían de Santurbán, las cuales arrastraban sedimentos hasta la hoya de la dovela de Bucaramanga. Allí, el agua perdía fuerza y comenzaba a depositar los sedimentos que, luego de varios milenios, formarían una gran acumulación que daría lugar a una llanura.

En la depresión de Bucaramanga no solo han confluido los pequeños ríos y quebradas de Santurbán, sino que, hace cinco millones de años, también lo hicieron los ríos Suárez y Chicamocha, los cuales se unieron en la vereda de Chocoa, en Girón.

En ese entonces, el río Suárez atravesaba la falla del mismo nombre, y el Chicamocha lo hacía en la de Bucaramanga hasta el punto hoy conocido como Los Curos, en el que sufriría una desviación a raíz de una inclinación geológica, y llevándolo a unirse con el Suárez en Chocoa. El río conformado por ambos, el "Suárez-Chicamocha", seguiría el mismo curso que hoy tiene el río de Oro. Este camino, el cual atravesaba la falla del Suárez hasta su convergencia con la falla de Bucaramanga (en la que se unía con el río Suratá), continuó hacia el Norte en dirección del Lago de Maracaibo, en lo que hoy se conoce como la cuenca del Catatumbo (García & Añez, 2017).

Esto engendró una hidrografía muy distinta: el río Suárez – Chicamocha – Catatumbo atravesaba una llanura cenagosa a través de una planicie conocida hoy en día como Bucaramanga, la cual se encontraba inundada por las aguas que bajaban torrenciales de los páramos de Santurbán. Mientras tanto, el río Lebrija y el Sogamoso apenas existían como afluentes menores del río Magdalena (recién formado), y cuyas cabeceras tampoco habían penetrado los altiplanos centrales del Macizo Santandereano.

Lo que resulta aún más impresionante es lo reciente que es la cadena de grandes cambios que generaron la situación actual. Tras la reactivación de la falla de Bucaramanga, y después de la última parte del levantamiento del Macizo Santandereano, el río Chicamocha vio interrumpido su camino hacia el Norte. El estrecho cañón del río Manco, que hoy corre hacia el Sur, y que es afluente del Chicamocha, es todo lo que queda del tramo del cañón que antes bajaba hacia el Norte hasta Chocoa.

Aun así, el curso actual del Chicamocha es resultado de otro cambio mucho más vasto y complejo: uno que inicia mucho tiempo atrás en el Magdalena Medio, y que primero generó cambios en el Suárez y luego en el Chicamocha, creando así uno de los cañones más extensos y grandiosos del planeta.

Durante el Mioceno, un amplio brazo de mar se extendía entre las dos cordilleras. La regresión del mar hacia el Caribe produjo un aumento en el desnivel entre la costa y el interior. Este hecho aumentó la fuerza erosiva y produjo una onda de procesos erosivos que remontaron y crearon el cauce del Magdalena, para luego remontar por sus afluentes y así agrandar sus cuencas.

El nuevo río Magdalena y sus afluentes ahora corrían hacia el Caribe. El Caribe, situado a un nivel más bajo, y tras recibir la fuerza erosiva de estos ríos, tuvo un aumento de la profundidad de sus cauces, así como un incremento en sus crecientes hacia las cabeceras, hecho que ocasionó el socavamiento de las dos cordilleras. Con esto, el agua mantuvo su curso hacia abajo mientras la erosión se mantenía hacia arriba.

La misma erosión remontante, que organizó el flujo de las aguas en el valle central para formar el río Magdalena, subió por el río Sogamoso a lo largo del curso de una falla geológica local hasta cortar la pared del filo de Marta en la cara occidental de la Cordillera Oriental, donde hoy se encuentra ubicada la presa de Hidrosogamoso.

La excavación producida por la erosión del río Sogamoso, tras su remonte del valle que hoy inunda al embalse de Topocoro, produjo que quebradas y pequeños ríos que antes no bajaban hacia el Magdalena fuesen "capturados" -como dicen los geólogos- por el río Sogamoso, el cual expandía su curso al tiempo que remontaba y cortaba la cordillera. Con cada cuenca que el Sogamoso capturaba, su caudal y su fuerza erosiva aumentaban sobre rocas blandas, como en el caso los filos de Yariguíes y Betulia.

Subpáramo y bosque andino.

Hace cerca de 400 mil años

El crecimiento erosivo del río Sogamoso alcanzó un punto crítico luego de la captura de la quebrada Zapatoca como afluente del río Suárez. Esta conexión abrió vía libre a las aguas del río Suárez, con una pendiente más fuerte hacia el Magdalena y el Caribe, luego de romper con el último dique y permitir así que sus aguas se vertieran en el Sogamoso.

La suma del caudal de ambos ríos produjo un aumento en la fuerza erosiva que dio pie a la formación del inmenso cañón del Alto Sogamoso, ubicado entre la Mesa de Los Santos y el filo de Zapatoca. Esto obligó al Suárez a disectarse en su valle, estableciendo así el cañón de Saravita o Sáivita en el que hoy corre en su último tramo, entre Galán y Barichara.

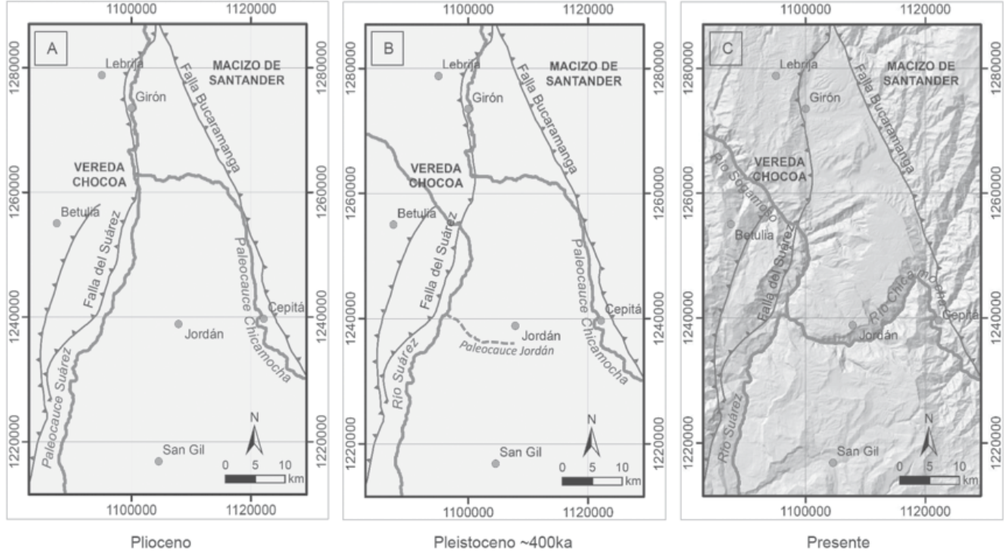
Por su parte, los afluentes del Suárez comenzaron a correr hacia un nivel de base mucho más bajo, haciendo que su fuerza erosiva fuese en aumento. El cañón del Suárez–Sogamoso, el cual se encontraba en proceso de disectación, cada vez se hacía más profundo. Su descenso se produjo a través las quebradas de sus costados, las cuales también empezaban a disectarse hasta convertirse en las enormes cañadas que hoy bajan desde la Mesa de Los Santos.

Hoy, en varios puntos de la zona, pueden observarse pequeños "valles colgantes", como vestigio de aquel tiempo en que las quebradas descendían de manera lenta hacia el río Suárez (cuando todavía era el Suárez), el cual llegaba hasta Bucaramanga y el Catatumbo.

En la parte baja de Barichara, desde Villanueva y Aratoca, el Suárez tuvo un afluente que bajaba por el Oriente. Luego de que una onda erosiva remontante penetrara en la cuenca, el Suárez amplió su cauce, al tiempo que tomó forma de cañón tras romper con el último dique que lo separaba del río Chicamocha. Después de la captura del río Suárez, la erosión remontante del río Sogamoso aprehendió al río Chicamocha. El curso original del Chicamocha, el cual atravesaba la falla de Bucaramanga, tuvo una pendiente mucho menor después de haber disminuido con el levantamiento final del Macizo de Santurbán y de todo el bloque del Macizo de Santander que llegaba hasta los Andes de Mérida. Tras esto, las aguas del Chicamocha abandonaron su curso norte, el cual empezaba a desaparecer, y se precipitaron por el nuevo cañón de El Jordán Sube hasta el Suárez y el Sogamoso.

Estos cambios generaron el nuevo trazado del Chicamocha: un impresionante codo formado en Pescadero, en donde el río invierte su rumbo a medias para después dirigirse al Suroeste y al Norte por distintos lados del filo de Aratoca. Desde el mirador de Panachi se puede observar como el río Chicamocha corre hacia el Norte por la derecha, al tiempo que cambia de curso por la izquierda en dirección Sur. Tras divisar los fuertes rápidos del Chicamocha en Aratoca y de El Jordán, no puede olvidarse que estos guardan el recuerdo de los knickpoints o desniveles en el cauce de los ríos recién capturados, que en su momento fueron cataratas (Struth, 2016).

Reciente evolución geológica de los cauces del Chicamocha, Suárez, Sogamoso. Fuente: García y Añez (2017).



Durante el Pleistoceno, la hoya de Bucaramanga quedó aislada de los ríos Suárez y Chicamocha, los cuales inundaban la llanura, al tiempo que representaban los principales aportes sedimentarios de la misma (Jiménez, G., Speranza, F., Faccenna, C., Bayona, G. y Mora, A., 2015). Resulta probable que, a finales del Pleistoceno, la reactivación del sistema de fallas hubiese generado la disección del río Lebrija, y la desaparición definitiva de esta llanura inundable y de las ciénagas de Bucaramanga (Julivert, 1958).

5. La Meseta
que no es meseta

Hoy, rodeada por dos grandes cañadas, la del río de Oro por el borde sur-occidental, y la del río Suratá por el borde norte, se puede divisar a la Meseta de Bucaramanga. En Santurbán, las quebradas que descendían desde el Oriente desembocaban en el río Suratá, y más al Sur, al igual que la Zapamanga, lo hacen en profundas cañadas que cortan la meseta en dos hasta llegar al río de Oro.

Hace unos pocos millones de años, cuando todavía no existían ni mesetas ni cañadas, todo se encontraba más o menos al mismo nivel. Las llanuras tenían casi la misma altura que lo que hoy se conoce como el centro de Bucaramanga. Los sedimentos, arrojados por los ríos y quebradas que bajaban de Santurbán, se sumaban a los que habían sido arrastrados por los ríos Suárez y Chicamocha (cuando aún corrían por la falla de Bucaramanga). Este hecho significó un paso más para la formación de la llanura.

Las crecientes torrenciales de las quebradas que descendían de Santurbán depositaron rocas, grava y arenas. Los desbordamientos del Suárez y del Chicamocha dejaron tras de sí capas de arcilla, limos, arenas, gravas y cantos rodados (piedras redondas de río) que se intercalaron con los sedimentos de las quebradas y de los extensos pantanos de la llanura bumanguesa.

Como si se estuviera visualizando en un libro, el registro de estos episodios es posible observarlo en los barrancos y estoraques de la Meseta de Bucaramanga. En algunos puntos, se divisan mantos de carbón provenientes de materia orgánica acumulada en el fondo de los pantanos por millones de años, y cuyas capas esconden la historia de un paisaje de planicie aluvial, con grandes ríos, caños y ciénagas.

Esta llanura inundable, además de recibir las aguas y sedimentos del Suárez-Chicamocha desaguaba por este mismo. En ese entonces, el Suárez-Chicamocha se desplazaba hacia el Norte por la falla de Bucaramanga, justo en donde hoy se encuentra el valle de Rionegro. Durante el Plioceno, el Río Negro corría hacia el Norte, distinto a como lo hace hoy, en dirección Sur y hacia el Lebrija. Hoy en día, casi todos los ríos de la Cordillera Oriental corren hacia el Occidente y en dirección del Magdalena, o hacia el Norte en sentido del Mar Caribe. Cuando un río corre en sentido Sur, esto es un indicativo de que algo extraño acaba de ocurrir.

A finales del Pleistoceno, una reactivación del sistema de fallas de Bucaramanga favoreció la erosión remontante del río Lebrija. Al igual que el Sogamoso, su cauce aumentó gracias a la erosión impulsada por el descenso del río Magdalena. Este hizo que, como un cañón estrecho y zigzagueante, se abriera paso a través de los distintos filos de la Cordillera Oriental hasta la hoya de Bucaramanga.

En aquel entonces, la hoya de Bucaramanga había perdido los aportes del Suárez y del Chicamocha, los cuales habían sido capturados por el Sogamoso. La cuenca de Bucaramanga, pequeña y relativamente aislada, luego de perder la mayor parte de su caudal y de dar curso exclusivo a las aguas de Santurbán, produjo la desaparición casi total de las ciénagas y la disección de las quebradas en suaves cañadas que desembocaban en el río de Oro, el cual también había empezado a disectarse.

Durante el Pleistoceno tardío, la conexión del río Lebrija produjo la captura de los ríos de Oro y Suratá. Este hecho hizo que, en un nivel de base mucho más bajo, la cuenca de Bucaramanga – Santurbán se conectara con la cuenca del río Lebrija, generando un aumento en la fuerza erosiva, y transmitiendo la erosión remontante a toda la cuenca. Esto otorgó mayor profundidad a todos los cauces, y le dio al paisaje de Soto Norte su típica apariencia de profundos cañones y cañadas en forma de "V".

La incidencia de la erosión remontante en la llanura de Bucaramanga aumentó la disección de los cauces y afectó, por medio de los cauces principales que empezaron a convertirse en profundas cañadas, lo que antes era una planicie ondulada de colinas suaves y vegas inundables (parecidas al valle de Guatiguará, en Piedecuesta). Estas cañadas, arrastradas por el descenso del cauce del río de Oro (convertido en un pequeño cañón conectado y arrastrado por el río Lebrija hacia el Magdalena), continuaron profundizándose.

De esta manera, lo que antes era una llanura con ríos y quebradas que atravesaban pequeños valles a un mismo nivel, se convirtió en un enorme terraplén situado por encima de los cauces que lo atravesaban y rodeaban. Debido a esto, de los antiguos humedales quedaría muy poco.

La Meseta de Bucaramanga, al no ser una meseta que se levantó al tiempo que Cordillera -como si fue el caso de Ruitoque, Los Santos o Barichara- se le conoce como una terraza aluvial, es decir, con vegas gigantescas formadas por los sedimentos de grandes ríos. Estas vegas, mientras los ríos erosionaban sus bordes y descendían hasta el nivel que hoy tienen (el cual aún sigue rebajando), permanecieron colgadas.

Hoy en día, el aumento de la erosión en la superficie de la Meseta se debe a la ausencia de los aportes de los desbordes con los que esta ha sido formada; a la erosión remontante, la cual sigue socavándola desde las cañadas; y a su composición sedimental, contraria a la de roca sólida. Esto hace que su consistencia sea similar a la de un turrón compuesto por capas de piedras, arcillas, arenas y gravas, y el cual se deshace, erosiona y desploma hacia cañadas cada vez más profundas.

6. El fuego
la intrusión de lo ígneo

A medida que la cordillera aumentaba su elevación, esta se fracturaba y dejaba a su paso numerosas fallas y fisuras en las que penetraban flujos de magma provenientes del manto terrestre. Aunque estos flujos no engendraron volcanes, son una explicación a la presencia de rocas ígneas, yacimientos de metales preciosos y del gran número de aguas termales en la Cordillera Oriental.

Dentro de la constitución de todos los planetas de tipo rocoso, la mayor parte de su masa, esto es, el manto y una gran fracción de la corteza terrestre, en su composición contiene rocas ígneas derivadas del enfriamiento y solidificación del magma. La Cordillera Oriental, como una gran masa de rocas sedimentarias (casi todas de origen marino y elevadas a raíz de las fuerzas tectónicas), debido a la presencia de rocas plutónicas intrusivas, tiene en una parte de su geología una presencia ígnea. Por esta razón, la geología de Santurbán se divide en dos grandes zonas o dominios: el sedimentario y el ígneo-metamórfico.

Las rocas ígneas de tipo *plutónico*, o también conocidas como *intrusivas*, son aquellas que se forman a partir de un enfriamiento lento, a gran profundidad y dentro de grandes masas de magma. Estas emergen del interior de la Tierra y se introducen a presión en otras formaciones, como en el caso de las rocas sedimentarias. Se diferencian de las rocas ígneas de tipo *volcánico* o *extrusivas*, que se forman tras una acelerada solidificación del magma, y que se convierten en la lava que emerge de los volcanes y entra en contacto con el aire o el agua. Por eso, dado que la Cordillera Oriental carece de volcanes, la presencia de rocas ígneas resulta nula.

En cambio, la Cordillera tiene la presencia de *plutones*, es decir, de intrusiones de rocas ígneas en medio de otras formaciones geológicas. Estas intrusiones tienen forma de enormes columnas que ascienden a través de otras rocas que, en el caso de Santurbán, se dan en forma de *diques plutónicos* y *batolitos*, siendo los *diques* intrusiones comparativamente pequeñas, largas y delgadas, similares a capas intercaladas entre otras rocas, y los *batolitos*, semejantes a grandes extensiones con numerosas intrusiones.

En la Cordillera Oriental estas intrusiones tuvieron dos orígenes. El primero se remonta al precámbrico, miles de millones de años antes del levantamiento de la cordillera. A lo largo de este, a través de los sedimentos marinos, los flujos de magma penetraron grandes extensiones de la corteza superior, sometiendo a los plutones a grandes presiones y temperaturas durante grandes períodos, y generando diferentes transformaciones en su estructura cristalina, dando lugar a rocas metamórficas.

De este proceso resultó la formación del extenso gneis de Bucaramanga, el cual consiste en una formación de roca metamórfica con minerales similares al granito (cuarzo, feldespato y mica), compuesto de bandas claras y oscuras. Su origen, el cual data del Proterozoico del Precámbrico (2500 millones de años atrás), hace que sean las rocas más antiguas de la región. Otras rocas ígneas típicas de la región, como en el caso de los granitos, se forman en condiciones de alta presión y de enfriamiento lento durante la solidificación del magma, pues estas se encuentran relacionadas con un alto contenido de sílice bajo la corteza terrestre.

Un segundo origen de dichas intrusiones ígneas (situado entre el Cretáceo tardío y el Eoceno y posterior al levantamiento de la cordillera), luego del plegamiento y fracturación de las capas de sedimentos marinos, permitió la intrusión de los pórfidos del Mioceno (otro tipo de roca ígnea plutónica), en tanto portadores de vetas de metales preciosos.

Estos depósitos metálicos, originados como parte del proceso de las intrusiones ígneas, fueron arrastrados a alta presión y temperatura (flujos hidrotermales profundos) por corrientes de agua subterránea, las cuales siguieron los caminos y zonas fracturadas que se generaron por las fallas y fisuras por donde penetró el magma. En medio de las masas de granito, de pórfido y de otras rocas ígneas y metamórficas, las vetas de oro, de plata y de otros metales quedaron depositadas en dichas brechas.

Al ser estos metales elementos sumamente pesados, es decir, abundantes en el núcleo y manto terrestre pero raros en la corteza, estos han quedado a nuestro alcance gracias a los flujos de magma promovidos por las rocas plutónicas.

Varias rocas ígneas de la zona, como las del gneis de Bucaramanga, muestran edades correspondientes al periodo del Mioceno. Esto revela que, en el momento en que la Cordillera Oriental se levantó con mayor fuerza y velocidad, esto generó distintas fracturas que sirvieron como canales para la intrusión del magma proveniente del manto terrestre. Tras esto, dio origen el proceso conocido como "pulso magmático del Mioceno", el cual coincide con el último período de más intensa actividad de la falla de Bucaramanga-Santa Marta.

La reactivación de la gran falla de Bucaramanga y de las fallas secundarias (desprendidas de la de Bucaramanga durante el Mioceno) llevó a la fractura de la corteza en las zonas más débiles, dando paso al ascenso de magmas desde una gran profundidad. Debido a la extrema hondura de la falla de Bucaramanga, se ha llegado a especular que el acenso del magma se produjo por la fusión de la placa del Caribe, subducida bajo la Suramericana (Mantilla, Mendoza, Bissig & Craig, 2009).

7. Más alto, más frío y más húmedo

La elevación de la Cordillera tuvo un efecto trascendental en la ecología de la nueva región montañosa. La formación de distintos climas locales a partir de dos fenómenos: el primero, el *gradiente térmico altitudinal*, relacionado con un descenso en la temperatura como consecuencia del ascenso del relieve, y el segundo, producto de la modificación de los vientos, de las nubes y de las lluvias a raíz de las formas de la cordillera, las cuales generaron zonas secas, húmedas y *cinturones de condensación*.

Debido a que, a mayor presión atmosférica, mayor temperatura, el aumento en las tierras bajas se debe a la densidad atmosférica. Caso contrario, en las zonas con mayor altitud la atmósfera suele hacerse menos densa, al tiempo que el aire "se enrarece", razón por la cual respirar resulta más difícil, pues el aire se torna más liviano producto del descenso en la temperatura.

Por otro lado, la mayor parte de la precipitación se debe a las nubes bajas y pesadas que se elevan lentamente por las laderas. Con la salida del sol, el suelo se calienta y el aire empieza a moverse al tiempo que empuja las nubes que se encuentran en ascenso hasta las cimas, y que luego pasan al siguiente valle. Cuando el sol se oculta, el aire se enfría y desciende, al tiempo que las nubes se detienen y se acumulan en el fondo de los valles. En las horas del ocaso y de la madrugada, es frecuente ver el fondo del valle del río Suratá cubierto de un enorme manto de algodón. Entre las 10 am y las 4 pm las nubes se arremolinan y dispersan, al tiempo que ascienden por las empinadas cuestas de Soto Norte.

Las nubes

A medida que ascienden, se enfrían, condensan y producen lluvia. En ciertas franjas altitudinales, entre los 1800 y 2000 msnm y los 3000 y 3200 msnm, la condensación empieza a ser mayor. Por ejemplo, en los llamados *cinturones de condensación*, es decir, en las franjas con presencia de nieblas espesas y de lluvias frecuentes, el bosque cambia y se convierte en bosque de niebla.

Alrededor de la cota 2000, donde el bosque aún no ha sido talado, se pueden observar extensos bosques con yarumos blancos, cuyas copas brillan a la distancia. Asimismo, en torno de la cota 3200, en medio de la niebla y de las lloviznas, se pueden avistar robledales y encenillales colmados de musgos, quiches y orquídeas.

En la cuenca del río Suratá, la mayor parte de las nubes proviene de la evaporación del agua del Magdalena Medio. El viento procedente del valle del río Magdalena se estrella en las laderas que apuntan hacia el occidente, generando una mayor cantidad de lluvias y de humedad, en comparación con las que miran al oriente. Esto ocasiona que en barlovento (donde pega el viento) se genere más bosque, y que, en sotavento, donde prima la sequedad por la ausencia de vientos húmedos, exista una mayor formación de páramo.

Por otra parte, hace cerca de 2600 millones de años, entre el final del Terciario e inicios del Cuaternario, fuertes cambios climáticos planetarios tuvieron lugar. Cuando Norteamérica se conectó con Suramérica, ambos océanos se vieron separados por el cierre del istmo de Panamá, haciendo que las corrientes de Humboldt en el Pacífico, y las del Golfo en el Atlántico, generasen un aumento en el enfriamiento del Ártico y uno adicional durante el Terciario.

A los cambios climáticos del Cuaternario, se sumó el Pulso Orogénico Andino Tardío. Este consistió en un nuevo levantamiento (ocurrido hace aproximadamente un millón de años) que elevó a la Cordillera Andina hasta su altura actual, y que trajo consigo nuevas fracturas, plegamientos, aumentos de la erosión y una intensificación del frío en las partes altas.

Paredes escarpadas que albergan
cuencas lacustres

Espejo de circo glaciar

8. Los glaciares

el hielo que excava, arrasa y aplasta

Debido a que el surgimiento de grandes altitudes en bajas latitudes significa la existencia de tierras altas y frías en regiones tropicales, en el caso de las formaciones de glaciares en los trópicos durante los enfriamientos planetarios, esto significó una carambola climática. Además, gracias a las montañas altas es que las glaciaciones que hoy afectan a nuestro planeta no tienen un efecto directo en las tierras cercanas al Ecuador. Por lo tanto, la alta montaña tropical y los páramos deben gran parte de sus características ecológicas a su reciente pasado glacial.

La Tierra, en la mayor parte de su historia, ha estado libre de glaciares y de casquetes de hielo, incluso en los polos. Durante miles de millones de años, este fue un planeta de selvas, desiertos, bosques y océanos cálidos. Incluso, la Antártida, antes de la presente glaciación, estuvo cubierta de bosques subtropicales. Esto implica que, trascurridos varios millones de años la Tierra se enfría por causas aún no del todo claras, que pueden estar relacionadas con múltiples factores como variaciones cíclicas en la órbita terrestre, cambios en las manchas de la actividad solar, cambios en la química atmosférica, auges volcánicos, deriva continental, cambios en las corrientes oceánicas, entre otros.

Existe evidencia de al menos cuatro grandes edades glaciales antes de la nuestra. La primera fue la Glaciación Huroniana, fechada hace 2700 o 2300 millones de años, y ubicable a principios del Proterozoico. La segunda fue el período Criogénico, acontecido 850 millones de años atrás y finalizado hace 630 millones de años -llegando a implicar la más severa glaciación de todas al cubrir de hielo a todo el planeta. La tercera fue la Glaciación Andeana-Sahariana, ocurrida hace 460 o 430 millones de años durante el periodo Ordovícico superior y del Silúrico, y cuyo impacto fue menor que la anterior. Por último, la Glaciación de Karoo, fechada hace 350 o 260 millones de años, y ocurrida entre el Carbonífero y Cisuraliano, se caracterizó por la presencia de extensos casquetes polares.

La falta de información sobre las glaciaciones más antiguas, incluido el número de estas, se debe a la acción destructiva de los glaciares, la cual borró la mayor parte de las huellas de los glaciares anteriores. Es por esta razón que se dispone de más datos sobre la última glaciación, la de Würm, cuyos inicios datan de hace 40 millones de años, tras la expansión de una capa de hielo sobre la Antártida, y que aún se extiende en el presente.

Hace
Tres millones de años

A finales del Plioceno, mientras las capas de hielo se extendían en gran parte del hemisferio norte, la glaciación de Würm empezó a hacerse más intensa. Así se mantendría durante el Pleistoceno, hasta entrar en un receso cálido en el Holoceno y en el periodo actual, siendo este un hecho indicativo de que así se mantendrá de ahora en adelante.

Para comprender mejor, durante una glaciación las bajas temperaturas no suelen ser constantes, sino que fluctúan. Esto implica la presencia de períodos glaciales (más fríos) e interglaciales (relativamente cálidos) dentro de un ciclo aproximado de 100.000 años, tal como ha sucedido en esta última glaciación. Dentro de cada ciclo glacial, el período interglacial suele tener una duración de entre 12.000 y 28.000 años.

A medida que los casquetes polares avanzan desde los polos hasta el océano y las masas continentales aledañas, el frío se intensifica en los períodos glaciales. Tras esto los glaciares aumentan con la nieve, la cual, luego de compactarse, se convierte en parte de la capa de hielo. El incremento en el hielo hace que los glaciares desciendan por las montañas como enormes ríos o paredes de hielo, arrasando consigo la vegetación y el suelo, y generando excavaciones en las rocas. Esto ocasiona una disminución en el nivel del mar a causa del aumento del agua acumulada en las capas de hielo.

Durante los períodos glaciales la lluvia disminuye en todo el planeta debido al agua acumulada en los glaciares y casquetes, generando un aumento en la sequedad, y la extensión de fuegos a los desiertos, tierras semi-áridas y sabanas. A lo largo de estos períodos, las tierras altas alrededor de los glaciales se convierten en amplios corredores de ecosistemas propicios para las plantas y animales adaptados al frío, al tiempo que los ecosistemas de climas más húmedos quedan convertidos en islas. Por otra parte, es posible que, a lo largo de estos episodios, la selva amazónica se encontrara reducida a grandes manchas y bosques de galería, en lo que hoy se conoce como una amplia extensión de sabanas observable desde la Orinoquia.

Durante los períodos interglaciales, como si se tratase de un descanso tibio en medio de la glaciación, la temperatura suele ir en ascenso. Con esto, los glaciares se derriten en las partes bajas y pierden el aporte de la nieve en las zonas altas, volviéndose más cortos y retrocediendo hacia alturas mayores. Hoy en día, el periodo interglacial en el que nos encontramos ha sufrido una aceleración en dichos procesos, debido al calentamiento global producto de nuestra actividad en el planeta.

Ahora bien, existen dos clases de interglaciales: lluviosos y secos. Durante estos, los ecosistemas adaptados a condiciones secas se convierten en islas a lo largo de extensos bosques húmedos; mientras que los de tierras altas frías retroceden hacia las cumbres, quedando fragmentados y reducidos a islas ubicadas en las cimas de las montañas, al tiempo que los bosques húmedos ascienden y los rodean.

En la actualidad, existen casquetes polares tanto en el ártico como en la Antártida. Esto indica que aún nos encontramos dentro de la última glaciación, la de Würm. El último período glacial de la presente glaciación, luego de su culminación hace 11.700 años (± 99 años) en el año 2000, dio paso al período interglacial en el que nos encontramos: el Holoceno. Se calcula que, el próximo período glacial de la glaciación actual, podría comenzar dentro de unos 50.000 años.

Por otra parte, en la Cordillera Oriental se encuentran las huellas de tres períodos glaciares recientes (como en el caso del Pleistoceno), los cuales han descendido hasta los 3.200, 3.500 y 4.100 msnm, y en algunos puntos hasta por debajo de los 3.200 msnm (Oppenhaim, 1940). Los puntos más altos del Macizo de Santurbán, como el Cerro León, fueron cubiertos de nieve hasta años recientes -a tal punto que las poblaciones actuales aún lo recuerdan-.

Las partes altas de Santurbán deben su forma a la acción de enormes capas de hielo, algunas de ellas de cientos de metros de espesor. El efecto de la acumulación y arrastre de gigantescas masas de hielo sobre el relieve resulta arrasador, quedando erosionadas las montañas más altas con caras cóncavas similares a huellas de enormes zarpas. Asimismo, los puntos donde el hielo se acumula se hunden dejando depresiones casi circulares (*circos glaciares*), justo donde hoy observamos lagunas y turberas. Por su parte, el descenso de los glaciares deja a su paso escalones que hoy son cascadas con pequeñas lagunas encadenadas, al tiempo que excava y aplasta los valles hasta hacerlos perder su forma en "V" y dejarlos en forma de "U".

Con el paso del glaciar, el suelo y la roca son triturados, y las morrenas, ya sin el hielo, son depositadas como cordones rocosos al fondo y a los lados de las paredes de los valles altos. En relieves altos y planos, la acumulación de grandes capas de hielo se ve favorecida, dando paso a que el glaciar forme artesas glaciares que aplastan dichos relieves, tal como se puede observar hoy en el sector de Páramo Rico, entre Vetas y Charta, o en la planicie de Berlín.

Durante los interglaciales, los glaciares, luego de derretirse, crecen y llegan hasta cotas más bajas, haciendo que sus puntas bajas retrocedan hasta cotas más altas, y dejando como resultado una destrucción que se repetirá en intervalos aproximados de 100.000 años.

Cada vez que un glaciar retrocede por efecto del deshielo, quedan tras de sí vastas extensiones de roca triturada, bloques rocosos arañados, campos de grava, pantanos, lagunas y cascadas. Aunque el ecosistema pueda tardar cientos de miles de años en recuperarse, algunas especies han podido adaptarse a estos ambientes minerales. En el caso del bosque alto andino, al ser el que más tiempo tarda en reconquistar estos entornos, cuando lo logra, el clima se enfría de nuevo, y los glaciares vuelven a bajar, arrasándolo todo y dando pie a un nuevo ciclo.

9. El Cuaternario
el tiempo todo lo suaviza

El Cuaternario, como último gran período geológico, comienza hace 2,6 millones de años con el Pleistoceno, y acoge el auge de la última glaciación hasta el Holoceno (época actual), el cual consiste en un interglacial relativamente cálido de casi 12.000 años de antigüedad, y del que aún no se sabe sobre su duración antes del siguiente auge glacial.

Entre los eventos sucedidos en esta etapa pueden resaltarse: un pulso orogénico, el cual dio un envión más al ascenso de la Cordillera Oriental; la reactivación del sistema de fallas de Bucaramanga; la captura y desviación de los ríos Suárez, Chicamocha, Oro y Suratá hacia el Magdalena Medio; la erosión de la llanura pantanosa de Bucaramanga hasta convertirse en una terraza ("meseta"); y la formación de distintos glaciares y su consecuente derretimiento, al menos tres veces sobre el macizo de Santurbán.

Durante todo este tiempo, el relieve ha estado en constante formación (orogénesis) y destrucción (oroclastia). Los procesos tectónicos han producido la elevación y hundimiento de distintos bloques y cadenas montañosas como parte de la formación de la Cordillera, como en los casos de Bucaramanga y de Zapatoca. La erosión generada por acción de los glaciares y deslizamientos, traducida en episodios agresivos y acelerados por la escorrentía del agua lluvia, y efectuada en sucesos lentos y contantes, arrasó, aplastó, desbastó, labró y pulió el relieve, a tal punto que las cimas de Santurbán llegaron a alcanzar los 400 metros de altura a inicios del Cuaternario.

Por otra parte, la erosión también ayudó a la formación de valles, cañadas, cañones, escarpes y precipicios. Todo esto, proveniente del material arrancado y triturado de las montañas, por acción del hielo, del agua y de la gravedad, fue transportado durante mucho tiempo a diferentes lugares del paisaje. Una parte de las rocas más grandes y pesadas, abandonadas por los glaciares en los valles y laderas, o por el agua en las quebradas, quedó por el camino.

La mayoría del material de gravas, lodos y arenas, luego de la retirada de los glaciares, fue lavada y arrastrada por las lluvias hasta formar un cinturón discontinuo de depósitos en las partes altas conocido como *glacis*. Arrastrados por el agua ladera abajo, la mayor parte de fragmentos y de partículas se acumularon al pie de las montañas y en el fondo de los valles, dando paso a un paisaje con lomas y filos bajos conocidos como *coluviones*. En la cuenca del río Suratá, la cual se encuentra casi en su totalidad encañonada y pendiente, en algunos de sus puntos los ríos han tenido espacio para explayarse y desbordarse, haciendo que las acumulaciones de sedimentos formen pequeñas *vegas*.

Si la acción de la erosión hubiese estado limitada al relieve, en el Cuaternario se habría producido un paisaje desgarrado, escarpado y afilado, muy similar a los Alpes europeos. Pero, no sería sino hasta el evento llamado "Pacha Mama", en el cual se daría a los Andes septentrionales las formas suaves, rellenas y femeninas con las que se reconoce hoy en día.

En varias cordilleras, incluida la Central en Colombia, un fuerte episodio de auge volcánico produjo una serie de erupciones devastadoras a inicios del Holoceno. La magnitud de este fenómeno bastó para arrojar considerables cantidades de lava, las cuales dieron forma a distintos paisajes del Eje Cafetero. Durante este suceso, luego de recorrer largas distancias, diferentes materiales finos fueron arrojados por los vientos a la atmósfera. Una descomunal capa de cenizas volcánicas, que cubrió grandes extensiones de los Andes en el Norte de Suramérica, suavizó la mayor parte de las formas del relieve. Con los años, estas cenizas volcánicas dieron origen a algunos de los suelos más profundos y fértiles del mundo, como en el caso de los Andisoles, los cuales aún se cultivan en el altiplano de Berlín.

Finalmente, la acción humana dejaría a su paso diferentes marcas en el paisaje. El auge de la agricultura, como lo han revelado distintos depósitos del cuaternario reciente con el poblamiento indígena, dejó marcas de erosión en algunos puntos alrededor de los asentamientos, de las parcelas y de las minas. Este hecho, al devenir en la pérdida de los suelos agrícolas, contribuyó en la desaparición de algunas de estas poblaciones antiguas. Por su parte, cabe resaltar la importancia de la minería y del comercio como motores del desarrollo de la sociedad local desde los tiempos prehispánicos, como actividades que el ser humano ha ejercido sobre el paisaje.

Como hemos observado a lo largo de este capítulo, varios han sido los cambios que han creado y dado forma al paisaje que hoy observamos. Una larga y sorprendente historia que enlaza la forma y el destino de Santurbán y de Bucaramanga, y que explica la riqueza de esta región a través del agua, de los suelos y de los minerales. De no haberse dado esa combinación, ni Bucaramanga ni Soto Norte existirían, y Santander sería otra cosa.

Los relieves y los climas dentro de esta extensa y convulsionada historia geológica dieron lugar a una biosfera que ha pintando distintos paisajes, a medida que plantas y animales evolucionaron para adaptarse a la vida en las alturas. Pese a haber venido desde muy lejos, estos atravesaron los puentes formados por las nuevas cordilleras y por los corredores que se abrían paso periódicamente, y que luego volvían a hundirse en el mar, uniendo y desuniendo continentes y ecosistemas. Justamente, estos serán los procesos en los que girará la historia del siguiente capítulo.

Referencias

Bibliografia, citas, web.

*** Boinet, T., Bourgois, J. y Mendoza, H. (1989).** La Falla de Bucaramanga (Colombia), su función durante la Orogenia Andina. Geología Norandina, 11: 3-10.

*** Cediel, F., Etayo F. y Cáceres, C. (1994).** Facies Distribution and Tectonic Setting through the Phanerozoic of Colombia. Bogotá, Colombia: INGEOMINAS, ed., GEOTEC Ltd., (17 time-slices/maps in scale 1.2.000.000).

*** Cediel, F. y Cáceres, C. (2000).** Geological Map of Colombia. Third Edition. Bogotá, Colombia: GEOTEC Ltd.

*** Cediel, F., Shaw, R. P., and Caceres, C. (2003).** Tectonic assembly of the Northern Andes Block. The Circum-Gulf of Mexico and Caribbean Hydrocarbon habitats, basin formation and plate tectonics: AAPG Memoir. 79. 815-848.

*** García, Y. & Añez, M. (2017).** Evolución reciente de los drenajes de los ríos Chicamocha y Suárez (Tesis de Geología). Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.

*** Jiménez, G., Speranza, F., Faccenna, C., Bayona, G. y Mora, A. (2015).** Magnetic stratigraphy of the Bucaramanga alluvial fan: evidence for a ≤ 3 mm/yr slip rate for the Bucaramanga-Santa Marta Fault, Colombia. Journal of South American Earth Sciences [online], 2015. vol. 57, p. 12-22. ↓http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981114001540↑.

*** Julivert, M. (1958).** La Morfoestructuras de la zona de las Mesas SW de Bucaramanga (Colombia S.A.). Bucaramanga, Colombia: Boletín geológico, Universidad Industrial de Santander, no. 1, p. 7-43.

*** Mantilla, L.C., Mendoza, H., Bissig, T. & Craig, H. (2009).** Nuevas evidencias sobre el magmatismo miocénico en el distrito minero de Vetas-california (macizo de santander, Cordillera oriental, Colombia). Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander (UIS).

*** Oppenheim, V. (1940).** Glaciaciones cuaternarias en la Cordillera Oriental de la República de Colombia. Rev. de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 4 (13). pp 70-81.

*** Royero J. y Clavijo J. (2001).** Mapa Geológico generalizado departamento de Santander. Escala 1: 400.000. Informe Ingeominas, p.92.

*** Struth, Lucía. (2016).** Evolution of fluvial drainage during mountain building in the Eastern Cordillera of the Colombian Andes. Ph. D. Thesis. Barcelona, España: Universitat Autònoma Barcelona. Junio 2016, p. 1-114.

*** Ward, D., Goldsmith, R., Cruz B., J., & Restrepo A., H. (1973).** Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, departamento de Santander. Boletín Geológico, 21(1-3), 1-134. Recuperado a partir de https://revistas.sgc.gov.co/index.php/boletingeo/article/view/383.

Páramos y más

Biodiversidad de la alta montaña Santandereana

1.El páramo

. Un bioma y muchos ecosistemas

Las determinantes físicas del páramo: altitud, temperatura, suelos, topografía. Páramos húmedos y páramos secos. Barlovento y sotavento. El páramo alto. El páramo medio. Los páramos bajos. Los bosquetes de páramo. Lagunas y turberas. Nacimientos y quebradas.

Dada la interacción entre el rango de las especies y los diversos procesos que actúan a través de varias escalas de tiempo, la actual distribución de las especies ha de ser analizada a partir de conceptos centrales de la teoría ecológica y evolutiva (Cadena, 2007). Esto permite comprender la forma en que la distribución de la vegetación altoandina refleja diferentes procesos en la escala evolutiva, y por qué la distribución altitudinal del páramo o del límite superior del bosque ha variado de manera constante a través del tiempo (Van der Hammen and Cleef, 1986).

Además, la distribución geográfica resulta ser un desafío dada la cantidad de criterios por integrar y unificar (Cadena, 2007; Cayuela, Golicher, Benayas, Gonzales-Espinosa & Ramirez–Marcial, 2007). En cuanto al rango de distribución de la vegetación de alta montaña andina, la temperatura ha sido identificada como un factor determinante (Tranquillini, 1979; Korner y Paulsen, 2004), y su relación con la cobertura boscosa también ha sido establecida con claridad, aunque no en sentido proporcional. Respecto de las escalas locales, la temperatura no es el único factor que establece un límite sobre la distribución de la vegetación, sino que también entran en juego los disturbios, el uso de la tierra, el sustrato, el drenaje, la topografía y el clima (Holtmeier & Broll, 2005; Slayter & Noble, 1992).

Temperatura

En la alta montaña andina, la temperatura desempeña un papel importante en la distribución del límite superior del bosque. En esta, destaca el condicionamiento de la temperatura a raíz de la elevación y de la determinación de rangos altitudinales para los diferentes tipos de biomas (como en el caso del páramo y del bosque). En cuanto a las variaciones locales a lo largo del gradiente de elevación, estas permiten que en determinados sitios el bosque ascienda por encima de su altitud regional, y que en otros el páramo descienda de su rango natural, generando comunidades azonales de bosque y de páramo.

Por otro lado, se desconoce la manera como las bajas temperaturas restringen el crecimiento de los árboles y la forma en que estas interactúan para que esto suceda (Tranquillini,1979; Korner, 1998). Algunos estudios proponen que la incidencia de las bajas temperaturas en el establecimiento de los árboles consiste en la delimitación de los procesos fotosintéticos y biogeoquímicos, generando así una disminución en la velocidad de la descomposición de los restos vegetales. También, los procesos de captación de agua condicionantes del transporte en las plantas ocasionan sequedad fisiológica, bajas tasas de crecimiento y procesos lentos de desarrollo (Handa, Körner, & Hättenschwiler, 2005; Hoch & Körner, 2005; Piper, Cavieres, Reyes-Díaz & Corcuera, 2006).

Aún no existe evidencia sobre cuál debería ser el nivel de la temperatura para que esta influya de mayor forma en el crecimiento de la vegetación, ya sea cuando la temperatura del suelo o del aire sea más restrictiva que la temperatura promedio o extrema, o cuando lo más limitante sean los procesos de regeneración y uso del carbono (Körner, 1998; Hoch & Körner, 2003; Körner & Hoch, 2006; Piper et. al., 2006).

Resulta paradójico que la temperatura promedio situada por encima del límite superior del bosque sea mayor que la temperatura promedio en su interior, pues esto implica que las condiciones de crecimiento resultan más favorables cuando se supera la línea de árboles (Azócar & Monasterio, 1980; Bendix & Rafiqpoor, 2001; Körner & Paulsen, 2004). Algo similar ocurre con las temperaturas promedio por día y por temporada, las cuales no guardan una relación directa con los procesos fisiológicos.

En cuanto a la temperatura promedio del suelo, esta tampoco parece ser un factor limitante para la regeneración de los árboles. Algunos estudios mencionan que la temperatura del suelo, localizada por encima de la línea de los árboles, resulta ser mayor que en los suelos ubicados por debajo del límite superior del bosque (Korner y Hoch, 2006; Bader, Rietkerk, y Bregt, 2007).

Por el contrario, es probable que durante el día las temperaturas extremas tengan un mayor efecto sobre el desarrollo de las plantas, de la distribución del límite superior del bosque y de sus dinámicas (Cavieres, Rada, Azócar, García-Núñez & Cabrera, 2000). La alta radiación, tanto de luz visible como de infrarroja y ultravioleta, implica cambios drásticos en la temperatura. Estas variaciones, no solo dificultan el crecimiento de las especies sino también su adaptación, haciendo que los ecosistemas de alta montaña dispongan de un alto porcentaje de organismos únicos para estas regiones.

La fuerte variación en la temperatura de la alta montaña andina implica un descenso en las noches y un aumento de la radiación en el día, hecho que provoca fotoinhibición y graves daños sobre las plantas que se encuentran desprotegidas (Hedberg, 1964; Wardle, 1965; Ball, Hodges, & Laughlin, 1991; Germino & Smith, 1999). Por otra parte, la adaptación a estos cambios bruscos de temperatura también puede restringir el crecimiento de las especies leñosas.

Las extremas temperaturas del aire (mínimas y máximas), cercanas casi siempre a la superficie del suelo, generan condiciones estresantes para las plantas, como en el caso de su interacción con las bajas temperaturas durante la noche (Hedberg, 1964). Además de esto, las fuertes variaciones en la temperatura representan una barrera para el rango de distribución de los árboles jóvenes, pues estos no consiguen establecerse por fuera del bosque. En cambio, tras su evolución, muchas plantas del páramo han podido adaptarse con éxito. (Rundel, Smith, & Meinzer (Eds.), 1994).

De igual forma, la temperatura edáfica, con una temperatura atmosférica entre los 8 y 12ºC (Buol, Hole y Mccracken, 1991), produce reacciones químicas en el suelo que disminuyen y afectan la tasa de desarrollo de las plantas. La temperatura de 10ºC, contrario a los 8ºC propuestos por la USDA (2006), puede resultar un limitante para los cultivos agrícolas ubicados en alturas superiores a los 3600 msnm, teniendo en cuenta que el valor promedio de 10ºC se encuentra por encima de los 3700 msnm (Comerma y Sánchez, 1982). Sin embargo, en otros estudios, durante el mes de abril se han encontrado promedios de 11.0ºC por encima de los 3680 msnm (Pinzón, 1989).

Suelo y Topografía

Las características del suelo constituyen un factor determinante en la distribución de las especies. Su efecto no sucede a nivel de grupos florísticos, sino en el del rango de distribución de individuos. Tanto la variación interna de los grupos florísticos como su distribución pueden explicarse a partir del clima, de la orientación, de la elevación, del drenaje y de la competencia o alteración. Además, a nivel de especies, las características del suelo definen la presencia o ausencia de estas. (Buol et. al., 1991). Por esto mismo, la distribución y crecimiento de varias especies dependen de la disponibilidad de los nutrientes en los suelos. En estos casos, el nutriente con menor disponibilidad suele limitar su producción, incluso cuando los demás se encuentran en cantidades suficientes. (ICA, 1981).

El tipo de relieve y de pendientes otorga características particulares a la superficialidad de los suelos, siendo este un factor limitante en la distribución de las especies. Las características del suelo resultan ser el factor de mayor incidencia en la distribución, aunque no siempre son una explicación a la ausencia de estas.

La topografía y el clima son factores que explican la distribución de las especies. Un caso concreto de esto es el roble (*Quercus humboldtii*), el cual, pese a encontrarse por encima de la cota 3200 (según su rango de distribución natural), queda relegado de las elevaciones inferiores. La distribución de especies representativas del bosque altoandino, como la *Weinmmania tomentosa* y la *Weinmmania microphylla*, hace posible que su presencia sea frecuente en el límite inferior del bosque altoandino y, en menor grado, y con una alta probabilidad de ocurrencia, en las partes medias. Por su parte, estas especies ascienden hacia las zonas altas de los municipios del macizo a través de las cañadas o bordes de cañadas, sin importar de que a través de éstas sea por donde llevan a cabo su ascenso a elevaciones superiores. Además, la presencia del bosque no solo se da de manera esporádica en las cañadas, sino de manera constante entre los 3200 y 3500 msnm en los diferentes tipos de relieve.

Escarpes montañosos
resguardando el Bosque Andino

Páramo bajo florecido.

Las especies leñosas

precursoras de los encenillales, y aquellas típicas del límite superior del bosque altoandino, como la *Diplostephium rosmarinifolium*, la *Hesperomeles ferruginea* y la *Escallonia myrtilloides* (Camargo & Salamanca, 2000), según su distribución potencial, logran ascender con mayor frecuencia. Un caso particular es el de la *Morrella parvifolia*, típica del bosque altoandino, y que no se encuentra reportada para el límite superior del bosque. Resulta probable que, dada su relación con los suelos mal drenados, esta logra ascender a las zonas más altas del bosque y ubicarse cerca de la cota 3500 en compañía de la *Escallonia myrtilloides*, especie asociada también a los malos drenajes.

Especies como la Holodiscus argenteus, la Berberis goudotti y la Arcitophyllum nitidum, las cuales abundan en la transición entre bosque y páramo según modelos de distribución, se ubican en las zonas medias y en las partes más altas del macizo Santurbán. En cuanto a su mayor grado de ocurrencia, este tiene lugar en puntos similares en los que se encuentran las especies del límite superior del bosque: cerca de los 3500 msnm.

La *Quercus humboltii*, como especie dominante del bosque andino, tiene una distribución potencial similar a la de la *Weinmmania tomentosa*. Su rango de ocurrencia puede ubicarse por debajo del límite inferior del bosque altoandino, con la posibilidad de ascender a mayores cotas. Sin embargo, variables como la topografía o el clima pueden limitar la distribución del roble, haciendo que las características del suelo cobren una menor importancia.

Aunque la distribución potencial de la *Polylepys quadrijuga* (coloraditos) resulta muy amplia, no se ha evidenciado de manera notable una zona donde las condiciones sean óptimas para su desarrollo y establecimiento. En cambio, se ha podido distinguir una leve tendencia a potencializarse en elevaciones medias del área de estudio (3200 – 3500 msnm), pues la distribución observada no resulta muy abundante en la parte superior de los municipios del Macizo. Además, tras observar comunidades de coloraditos ascendiendo por las cañadas, la franja altitudinal, la cual ha sufrido mayores niveles de alteración, resulta ser la zona con mayor frecuencia reportada.

Respecto de los frailejones, en tanto especies típicas de páramo (Luteyn, 1999; Cuatrecasas, 1934; Cleef, 1981), su rango de distribución potencial no resulta tan amplio, por lo que se mantienen restringidos a las zonas altas de los municipios estudiados. Especies como la *Espeletiopsis santanderensis*, que gozan de una estrategia de dispersión bastante exitosa y de un buen sistema de adaptación a zonas alteradas, pueden dispersarse en un amplio rango altitudinal a lo largo de toda la zona de estudio.

En cuanto a su distribución, y sin desconocer que no se trata de una especie restringida al páramo, la Espeletiopsis santanderensis abarca hasta los 3300 o 3200 msnm en Santurbán. Además, debido a que sus requerimientos del sustrato son mínimos, y que su distribución no depende de determinadas condiciones del suelo, establecer esto implica un estudio más detallado sobre los suelos en los que estas especies se encuentran distribuidas. Por su parte, las actuales condiciones de distribución de dicha especie sustentan la siguiente idea: la de una especie típica de suelos alterados, compactados, sin nutrientes acumulados y producto de pajonales alterados por la deforestación o el pastoreo.

Por el contrario, el rango de distribución de especies como la *Espeletia canescens* y la *Espeletia conglomerata* se encuentra determinado por la presencia de páramo. Dado que su distribución no es tan amplia, esta aumenta luego de superar la zona de transición entre bosque y páramo, ubicada aproximadamente entre las cotas 3500 y 3600. Al ser especies relacionadas con el páramo, sus poblaciones suelen verse en peligro por la alteración del paisaje de páramo. A diferencia de la *E. santanderensis*, su rango potencial de distribución no es tan amplio, y las perturbaciones puntuales dentro sus centros de diversificación afectan de manera notable la estructura de su población.

Aspecto Orientación de laderas

En un estudio sobre el límite superior del bosque en zonas tropicales, el aspecto u orientación de la ladera resulta ser un factor determinante en la distribución de la línea de árboles (Bader et. al., 2007). Cuando la orientación señala hacia el oriente u occidente, el límite superior del bosque asciende a mayores elevaciones; en caso de que las laderas apunten hacia el Oriente, estas tendrán límites de bosque más bajos que las laderas orientadas hacia el Occidente. Esto sucede porque las plantas (las cuales se han enfriado durante la noche) de las laderas orientadas hacia el Oriente reciben altas concentraciones de radiación al amanecer, haciendo que se vuelvan cada vez más sensibles a la fotoinhibición (Bader et. al., 2007).

Además, se ha podido establecer una relación entre la radiación incidente y la evapotranspiración potencial. En las zonas con mayores horas de luz, la evapotranspiración potencial aumenta, mientras que en las zonas de mayor sombra disminuye (Bruijnzeel & Hamilton, 2000).

También, ha sido posible encontrar en el Macizo una discontinua variación en el ascenso del límite superior del bosque, la cual es diferente para cada uno de los municipios. En cuanto a las variaciones, estas pueden ser atribuidas a la orientación de la pendiente. Por otra parte, el microclima, la alteración, el tipo de vegetación y el clima juegan un rol clave en el ascenso de la vegetación leñosa. (Hofstede, 1995; Luteyn 1999; Rangel, 2000; Bader et. al., 2007).

Este patrón resulta consistente frente a la idea de que no solo la elevación influye en la distribución de la vegetación de páramo, sino que la orientación de las laderas o geoformas también tiene incidencia sobre la distribución de la vegetación o del límite del ascenso de la vegetación leñosa (Bader et. al., 2007).

Debido a que en elevaciones bajas la temperatura no es un limitante para la distribución de la vegetación, condiciones ocasionadas por geoformas expuestas–denudativas (pendientes o escarpes) como la alta radiación, la exposición al viento y la erosión, pueden llegar a ser factores moduladores de la vegetación.

Por el contrario, en elevaciones altas el desarrollo de arbustos y arbolitos se ha visto favorecido por la temperatura, el viento, la radiación extrema y la presencia de geoformas abrigadas – acumulativas, como en el caso de los fondos de cañada, abrigos rocosos, coluviones y hondonadas, que benefician la formación de un microclima más húmedo y estable, así como la acumulación de minerales, materia orgánica y humedad en el suelo.

2. Los bosques altoaldinos

Diferencia del ambiente físico del páramo y del bosque altoandino. Información sobre la franja de transición, el ecotono bosque – páramo, los bosques de sombrerito negro, los encenillales, los bosques de colorado, los alisales, los robledales altoandinos, los páramos secundarios, la regeneración del bosque altoandino y los pajonales o pastizales.

Comunidades

Los análisis sobre la clasificación de la vegetación del flanco santandereano del Macizo de Santurbán, efectuados a partir de la información recogida en las parcelas de campo, franjas boscosas y paramunas del gradiente montañoso, permitieron identificar cuatro complejos principales con sus respectivas relaciones florísticas:

1. Las *comunidades del páramo propiamente dicho*, con matrices de pajonales de *Calamagrostis effusa*, abarcan los Chuscales-frailejonales de *Chusquea tessellata* y la *Espeletia conglomerata*.

2. De las *comunidades abiertas paramunas a transicionales* encontradas en el bosque altoandino se han identificado los pajonales arbustivos de *Calamagrostis effusa*, *Pentacalia ledifolia* y *Gaultheria erecta*.

3. De las *comunidades leñosas de la transición páramo-bosque* han sido identificados los Bosques y Matorrales Altoandinos (eventualmente paramunos), los cuales ascienden en las franjas paramunas con matrices de *Myrsine dependens*, *Cestrum buxifolium* y *Hesperomeles ferruginea*. También, dentro de estas se han encontrado diversas comunidades de porte medio y alto, dominadas por la *Weinmannia tomentosa*, la *Escallonia myrtilloides*, la *Myrcianthes myrsinoides*, la *Miconia salicifolia* y *Polylepis quadrijuga*, entre otras.

4. De las *comunidades boscosas de mayor porte* se pueden mencionar los bosques y matorrales Altoandinos y Andinos, entre los que se encuentran especies como la *triphyllum*, *Quercus humboldtii*, *Ocotea sp.*, *Oreopanax trianae*, *Eugenia sp.*, *Myrsine guianensis* y *Hedyosmum parvifolium*.

Subpáramo y Bosque Andino
Alnus Acuminata

Humedales de Páramo y Bosques

Comunidades del páramo
propiamente dicho

Consisten en comunidades abiertas con matrices de pajonales-chuscales de *Calamagrostis effusa* y *Chusquea tessellata*, y con frailejones de *Espeletia conglomerata* (ca. 3300-3950 m), los cuales han desarrollado combinaciones con arbustos de *Diplostephium cf. revolutum*, *Morella parvifolia*, *Pentacalia vaccinioides*, *Arcytophyllum nitidum*, *Loricaria complanata*; con frailejones de *Espeletiopsis cf. funckii*, *Espeletiopsis caldasii* y *Espeletia canescens*; y con herbáceas como la *Orthrosanthus chimboracensis* y la *Lycopodium clavatum* subsp. *contiguum*, entre otras.

Estas especies, las cuales abarcan *ecosistemas típicos del páramo propiamente dicho* (páramo medio), han sido clasificadas bajo categorías de riesgo censadas en la región. Dentro de estas especies, se encuentran, por ejemplo, los frailejones, los cuales constituyen objetos de conservación prioritarios dentro de futuros planes de manejo.

Comunidades abiertas
paramunas a transicionales

Estas comunidades corresponden a complejos de pajonales de *Calamagrostis effusa* con arbustos de *Pentacalia ledifolia*, *Baccharis tricuneata* y *Gaultheria erecta* (ca. 3000-3900 m). Por otra parte, las comunidades asociadas a estas comparten la presencia de matrices de pajonales, matorrales, sufrútices de *Arcytophyllum nitidum, Vaccinium floribundum, Oxylobus glandulifer, Aragoa cf. Lycopodioides*; de especies de *Hypericum* (*H. cf. mexicanum, H. cf. juniperinum, H. cf. lancioides, H. cf. goyanesii*); de frailejones de *Espeletiopsis santanderensis*; y de herbáceas como la *Orthrosanthus chimboracensis* y la *Geranium santanderiense*, entre otras.

Estas especies, las cuales corresponden a tipos de vegetación subparamuna y transicional con el bosque altoandino, presentan diferentes estados sucesionales que oscilan entre la alteración y la recuperación. La *Chusquea tessellata, la Espeletia conglomerata* y otras especies típicas del primer grupo de vegetación se presentan, en menor proporción, como elementos acompañantes. En el macizo, se puede evidenciar la existencia de otro tipo de frailejonales dominados por especies amenazadas, como en el caso del *Espeletiopsis sclerophylla, Espeletia brassicoidea* y *Espeletia standleyana*, los cuales ameritan evaluaciones más detalladas.

Comunidades leñosas
de la transición páramo-bosque

Comprenden diversos tipos de vegetación leñosa distribuidos entre las franjas Subparamuna y Altoandina. Estas, las cuales presentan un porte variado y diferentes grados de intervención antrópica, constituyen bosques Altoandinos emergentes (azonales) que ascienden hasta elevaciones inusuales, gracias a los sectores abrigados en el interior del páramo.

Las matrices arbustivas comparten especies como: *Myrsine dependens, Hesperomeles ferruginea, Cestrum buxifolium, Pentacalia ledifolia, Vallea stipularis, Berberis goudotii, Miconia cf. summa, Holodiscus argenteus, Calceolaria microbefaria* subsp. *Microbefaria*, las cuales integran matorrales, bosquetes achaparrados y bosques subparamunos y altoandinos dominados por especies como: *Polylepis quadrijuga, Macleania rupestris, Miconia salicifolia, Libanothamnus occultus, Diplostephium rosmarinifolium, Escallonia myrtilloides, Myrcianthes myrsinoides, Ternstroemia meridionalis y Weinmannia tomentosa.*

También, destaca la presencia restringida de diferentes elementos característicos de las formaciones asociadas al páramo abierto como en el caso de especies como: *Calamagrostis effusa, Orthrosanthus chimboracensis, Geranium santanderiense, Chusquea tessellata, Espeletia conglomerata, Arcytophyllum nitidum, Gaultheria erecta, G. anastomosans, Pernettya prostrata y Vaccinium floribundum,* las cuales permanecen en estas comunidades como acompañantes con cobertura reducida.

Comunidades boscosas
de mayor porte

Estas comunidades consisten en bosques altoandinos y andinos dominados por *Quercus humboldtii, Myrsine guianensis, Oreopanax trianae, Hedyosmum parvifolium* y especies de *Ocotea* (*O. heterophylla, O. fulvescens*) y *Morella* (*M. pubescens, M. parvifolia*), las cuales tienen en común a la *Viburnum triphyllum, Myrsine guianensis y Myrcianthes myrsinoides* como los elementos característicos de su matriz leñosa (ca. 2300-3550 m). La reducida presencia de especies como: *Hesperomeles ferruginea, Cestrum buxifolium, Myrsine dependens o Diplostephium rosmarinifolium* resulta significativa para la estructura de los bosques montanos de la franja alta del Macizo de Santurbán.

Estrecho camino de vegetación espesa

Varronia cylindrostachya

Monte robusto, formado espontáneamente por la naturaleza

Ecotonos

Implican transiciones entre diferentes comunidades a lo largo de los cambios en los gradientes ambientales, los cuales están compuestos por fronteras más o menos conspicuas. En sentido estricto, un ecotono es una zona de tensión o de fuerte (o evidente) diferencia entre las comunidades separadas (Camarero y Fortin, 2006).

Por el contrario, una ecoclina es una zona de cambios graduales donde los patrones espaciales son pequeños y en donde aparecen límites incipientes entre las comunidades adyacentes (Camargo, 2007; Camarero y Fortin, 2006). En teoría, las ecoclinas son más sensibles a cambios ambientales que los ecotonos, pues responden de forma más rápida a estas variaciones, al ser más evidentes en situaciones de gran estrés ambiental: caso concreto el del límite superior del bosque altoandino (Camarero y Fortin, 2006; Bader et. al., 2007).

En cambio, los ecotonos son más sensibles a cambios ambientales pasados y recientes. En la zona altoandina, las evidencias frente a los desplazamientos de la vegetación, y las variaciones en las condiciones climáticas, han sido estudiadas por numerosos investigadores (Van Der Hammen, 1974; Van Der Hammen and Cleef, 1986) quienes establecieron que, a lo largo del gradiente altitudinal, se presenta una dinámica de avance y de retroceso en la línea de bosque, producto de la variación climática durante el Pleistoceno (Van Der Hammen, 1974).

En términos altitudinales y locales, la variación y diversidad de las comunidades vegetales permiten considerar que los límites entre las diferentes franjas o zonas altoandinas no son rígidos (Sturm y Rangel, 1985). Este hecho plantea la identificación de los ecotonos como una problemática espacial compleja (Camarero y Fortin, 2006).

Aunque resulte espacialmente complejo establecer con certeza donde se ubica el ecotono en el gradiente altitudinal, distintos análisis sobre la composición vegetal, provenientes de los estudios pioneros de Cuatrecasas en el siglo pasado (Rangel, 2000; Lutteyn, 1999; Balslev & Lutteyn, 1992; Cleef, 1981; Cuatrecasas, 1968), otorgan elementos florísticos comunes o reconocidos a esta franja ecotonal. Debido a esto, es importante reiterar que esta franja abarca un paisaje heterogéneo donde la fisionomía de su flora es variable y tiene un gran dinamismo.

En la franja ecotonal, donde se genera la transición entre los árboles del altoandino y las hierbas del páramo bajo (dominadas por los frailejonales), pueden reconocerse diferentes comunidades de arbustos. En sitios donde se encuentran ausentes los frailejones predominan los pajonales con pequeños subarbustos como los *Arcytophyllum nitidum*, algunas especies de *Diplostephium* y de *Hypericum*, y varias especies de Ericaceas de los géneros: *Disterigma, Pernettya, Vaccinium, Gaylussacia, Plutarchia y Gaultheria*, con elementos que no sobrepasan los 1,8 m de altos. En otros lugares, es común encontrar arbustos más grandes que crecen a la sombra de las rocas. De estos se pueden mencionar especies como: *Diplostephium, Gynoxys, Miconia salicifolia, Myrsine dependens* y *Escallonia myrtilloides* (Rangel, 2000; Luteyn, 1999; Balslev y Luteyn, 1992; Cleef, 1981).

Picos de diversidad

En ecología es bien conocida la característica de los ecotonos de aumentar su diversidad biológica cuando entran en contacto con ecosistemas limítrofes. La mezcla de especies entre ambos y la presencia de otras propias de la franja de transición se conoce con el nombre de efecto de borde (Camarero y Fortin, 2006). El límite entre el bosque altoandino y el páramo, en tanto zona discontinua ecológica en la que se observa una transición abrupta de vegetación, coincide con este patrón, pues no es fortuito que algunos autores consideren la diversidad como un indicador determitante del límite superior del bosque, el cual no es más que el fin de la línea de árboles y la transición a la vegetación de páramo (Bader *et. al.*, 2007).

En el Macizo se han detectado dos discontinuidades en la riqueza de leñosas en relación con la altitud. La primera y la más fuerte, con un intervalo entre los 3100 y 3200 msnm, se encuentra asociada al límite superior de los robledales (comparativamente homogéneos) y al aumento del número de especies por levantamiento al interior de la franja altoandina superior inmediata.

La segunda, cercana a la cota 3400, se relaciona con la transición de los subserales y remanentes del bosque altoandino a los matorrales del subpáramo. Por encima de estas cotas, la riqueza en especies leñosas desciende de manera abrupta, al igual que sucede con la fisonomía abierta del *páramo propiamente dicho*. No obstante, la tendencia que se espera observar entre la transición bosque – páramo no ha sido posible vislumbrarla de manera convincente.

Es importante reiterar que la diversidad debe ser analizada en varios contextos. Los patrones de diversidad se encuentran asociados a procesos filogenéticos, históricos, biogeográficos y ambientales (Brown & Lomolino, 1998). A nivel local, la diversidad se ve afectada por elementos como la frecuencia e historia de los disturbios, el uso del suelo, la topografía y el hábitat (Brown & Lomolino, 1998). Además, a escala regional es posible observar con mayor precisión cómo las actividades humanas intervienen en la distribución geográfica de la diversidad (i.e. regiones de manejo productivo intensivo) (Lawton, Bignell, Bolton, Bloemers, Eggleton, Hammond, Hodda, Holt, Larsen, Mawdsley, Stork, Srivastava & Watt, 1998).

Por esto mismo, es probable que la alteración y transformación del paisaje de la alta montaña en Colombia hayan tenido una fuerte incidencia en los patrones de la biodiversidad, haciendo que la riqueza de especies sea más homogénea en esta franja altitudinal.

Distribución altitudinal
de especies indicadoras

Tras las primeras clasificaciones y descripciones de las comunidades vegetales por su distribución altitudinal (Cuatrecasas, 1958), han varios sido los aportes en relación con las especies que las conforman o que son representativas de estas agrupaciones vegetales (Rangel, 2000). En el páramo, ha sido identificada una gran variedad de especies correspondiente a cada una de sus tres franjas (subpáramo, páramo y superpáramo) (Lutteyn, 1992; Balslev, Valencia, Paz, Miño, Christensen y Nielsen, 1998). Además, muchas especies del bosque altoandino hoy son reconocidas por su amplia distribución en estos ecosistemas (Camargo & Salamanca, 2000).

En cuanto a la información sobre la composición de las especies de los diferentes ecosistemas, esta resulta muy detallada. En el caso del bosque altoandino y del páramo, hoy se cuenta con una gran cantidad de especies cuya distribución está ligada a cinturones de vegetación (Camargo & Salamanca, 2000; Rangel, 2000). Aunque son muchos los factores que inciden en la distribución altitudinal de las especies (Austin, 2007; Bader et. al., 2007; Holtmeier & Broll, 2005; Van der Hammen and Cleef, 1986), según diagramas basados en la distribución altitudinal, presencia y abundancia de ciertas especies asociadas a ambos ecosistemas, se puede señalar de manera análoga el rango de distribución del bosque altoandino y del páramo.

Distribución altitudinal
de especies en el macizo

Especies mesoserales

Las etapas intermedias de una *sere*, designadas como mesoserales, son etapas en las que las especies precursoras leñosas son dominantes. A diferencia de las etapas priserales, la proporción de especies *r* resulta menor dado su rápido crecimiento, reproducción y ciclos vitales cortos adaptados a las perturbaciones. En contraste, las especies de estrategia *k* se encuentran relacionadas con estructuras durables de crecimiento más lento, con ciclos vitales más largos y con mecanismos de dispersión basados en la biota.

Al momento de esclarecer el rango de distribución del bosque altoandino en una zona donde la deforestación es general, los puntos de regeneración natural son la única información disponible. El análisis de comunidades mesoserales, gracias a su composición de especies, se convierte en la referencia más importante para determinar la distribución del bosque pre-disturbio.

Gracias a esto, se han podido observar varias especies leñosas precursoras del bosque andino y altoandino, y dos arbustos especiales del área de páramo. Las especies de bosque andino, como la *Rhamnus goudotiana* y la *Viburnum triphyllum*, tienen un pico de abundancia por debajo de la cota 3200. Por su parte, el garrocho (*V. triphyllum*), tiene uno cercano a los 3160 msnm, y la *R. goudotiana*, tiene uno inferior a los 3050 msnm. Este pico de abundancia sustenta lo observado en campo: la distribución del bosque andino resulta constante hasta la cota 3200. El hecho de que el límite superior del bosque andino no influya de manera directa sobre la transición bosque – páramo, permite resaltar que su rango de distribución desmiente la idea de que el ecosistema de páramo desciende hasta los 3200 msnm en los municipios estudiados.

Entre las especies indicadoras de la regeneración del bosque altoandino se pueden mencionar las siguientes: *Gaidendron punctatum, Macleania rupestris, Hesperomeles goudotii, Pentacalia ledifolia, Vallea stipularis, Berberis goudotii y Morella parvifolia.* Como los picos de abundancia de todas estas oscilan entre los 3400 y los 3550 msnm, esta franja puede ser considerada como el centro de distribución del bosque altoandino.

Vallea stipularis

Los delicados detalles de un bosque

En general, las especies indicadoras del límite superior del bosque se encuentran por encima del centro de distribución del bosque altoandino, y pueden penetrar en forma continua a altas cotas a través de geoformas abrigadas-acumulativas como las *Holodiscus argenteus* y *Myrsine dependens.* La primera de estas, cuenta con un pico de abundancia cercano a los 3750 msnm, y la segunda con uno aproximado a los 3650 msnm, pese a contar con la presencia de un segundo pico por encima de los 3450 msnm.

Entre las especies representativas del ecosistema de páramo se encuentran la *Gynoxys trianae,* la *Gynoxys hirsuta,* la *Ribes andicola* y la *Gynoxys lindeii.* Todas tienen picos de abundancia por encima de la cota 3600, y una distribución continua y abundante desde los 3800 msnm. Según esto, puede interpretarse que el páramo desciende a través de las geoformas expuestas-denudativas a cotas situadas por debajo de los 3600 msnm. Esto se ve reflejado en el rango de distribución de las especies indicadoras de páramo como la *Arcytophyllum nitidum*, especie reconocida de la franja baja de páramo que desciende hasta los 3400 msnm.

Especies tardiserales

Resulta importante graficar la distribución de especies tardiserales -reconocidas como representantes del final de la sucesión (i.e. robles y encenillos)- o de especies de las facies riparias o del límite superior (i.e. mortiños y pagodas).

El bosque andino, representado por la *Quercus humboldtii*, tiene un núcleo de abundancia cercano a la cota 3000. Pese a que su rango de distribución alcanza los 3200 msnm, su pico de abundancia se encuentra por debajo de los 200 m.

Debido a que la amplia elasticidad adaptativa del roble cubre un extenso rango de condiciones tanto de altitud, temperatura, suelo y drenaje, las acompañantes menos elásticas del roble marcan una ecoclina a través del extenso gradiente ambiental desde los robledales bajos hasta los robledales altoandinos, y entre los robledales mejor drenados y los robledales riparios o de fondos de cañada. Esto no es otra cosa que la ecoclina interna de los robledales de Santurbán.

Aunque Los robles

se caracterizan por ser una especie dominante con mínimas asociaciones con otras especies tardiserales, hacia las cañadas suele haber un ligero reemplazo por la *Escallonia paniculata* (tibar) o asociación con la *Ocotea sp.*, pues el pico de abundancia del tibar es de 3150 msnm, mientras que el de la Ocotea se encuentra entre los 2900 y 3000 msnm.

La distribución de especies ligadas al bosque altoandino, la cual incluye representantes de bosques del final de la sucesión, del límite superior o de las facies riparias, sugiere que el rango altitudinal del bosque altoandino oscila entre los 3150 y los 3600 msnm. Algunas de estas especies, como la *Ilex kunthiana* u otras propias del límite superior del bosque como la *Hesperomeles ferruginea*, han podido ascender por las cañadas.

El bosque altoandino, con su centro de distribución alrededor de la cota 3450, asciende hasta los 3600 msnm a través de cañadas y de otras geoformas abrigadas – acumulativas. Sus especies más representativas, las cuales se encuentran por debajo de la cota 3000, existen como subordinadas o subserales del robledal o como vegetación típica de geoformas más restrictivas.

Frailejones

típicos, frailejones arborecentes y bosques de coloraditos

La idea de que las interacciones entre especies impongan límites a la distribución de los organismos, resulta ser un fenómeno generalizado y aceptado por la ecología (MacArthur, 1972). La influencia de la competencia interespecífica frente a la distribución de las especies es un aspecto incorporado en algunas definiciones del nicho ecológico (Pulliam, 2000; Chase y Leibold, 2003). Según la teoría del nicho, las interacciones competitivas limitan a las especies a ocupar una porción específica (el nicho realizado) de todo el espectro creado por las condiciones, las cuales han de servir de ayuda para el mantenimiento de sus poblaciones (el nicho fundamental) (Hutchinson, 1957).

El concepto de nicho fundamental puede ser entendido como el conjunto de condiciones ambientales y recursos que permiten a las especies sobrevivir y reproducirse en ausencia de interacciones bióticas (con otras especies). Para sobrevivir bajo estas condiciones, las especies de una comunidad o ecosistema se ven obligadas a ocupar una parte de su nicho fundamental o nicho realizado (Pulliam, 2000; Chase y Leibold, 2003). Debido a que los picos de abundancia reflejan el nicho realizado de cada una de estas, entre más eficiente sea una especie en la obtención de energía del ambiente durante la interacción con otras especies, mejor será su crecimiento, desarrollo y reproducción.

El caso de los frailejones arborescentes (*Libanothamnus cf occultus*) explica muy bien este concepto. Esta especie, aunque guarda diversas semejanzas con los frailejones típicos, se diferencia por no encontrarse asociada a áreas abiertas sino a cañadas o geoformas abrigadas que suelen estar relacionadas con árboles típicos de bosque. En elevaciones altas, por encima de la cota 3400, su distribución queda restringida a las cañadas o geoformas abrigadas, haciendo que su distribución sobre las laderas se vea minimizada. Debido a esto, su crecimiento resulta superior y, en óptimas condiciones, puede alcanzar los 8 m de altura.

Un patrón observado en campo sustenta que por encima de la cota 3600 el *Libanothamnus occultus* ha sido registrado en cañadas y abrigos rocosos, pero nunca sobre las laderas, en las que abundan frailejones de los géneros *Espeletia* y *Espeletiopsis.*

Libanothamnus cf occultus

Producto de esto, la interacción con otras especies, con las cuales la competencia por recursos es muy similar, se encuentra restringida y se da en pequeños grupos. En áreas donde el bosque altoandino presenta una dominancia marcada por su núcleo de desarrollo (3400 - 3450 msnm), el *Libanothamnus* queda relegado, al tiempo que resulta inusual encontrar varios individuos juntos.

En zonas de transición entre bosque y páramo, donde las especies de bosque no son tan dominantes y en donde el paisaje de páramo no es generalizado, se espera que la abundancia del *Libanothamnus* sea la más alta. El *Libanothamnus*, al situarse entre los 3500 y 3600 msnm (que es en donde presenta su pico de dominancia y una competencia menor respecto de árboles típicos del bosque altoandino), puede alcanzar alturas más grandes y un mayor engrosamiento de su tallo. En cambio, en elevaciones más altas, su crecimiento se ve relegado a áreas más restrictivas en las que los frailejones ejercen un dominio general del paisaje.

Algo similar se observa con los registros de *Polypeis quadrijuga* (coloradito), reconocido como especie representativa de los bosquetes de páramo. Según distintos levantamientos florísticos, su rango altitudinal oscila entre los 3200 y 3900 msnm. El coloradito, funcional y estructuralmente más similar a los árboles del bosque que a los arbustos de páramo, tiene su rango de dominancia por encima de la línea de árboles, justo donde las especies de bosque ejercen mayor competencia.

En cuanto a los picos de abundancia de la *Polylepis quadrijuga*, estos empiezan a ser más dominantes a medida que el gradiente altitudinal aumenta, siendo este el punto de quiebre de la cota 3500, justo donde la línea de árboles termina.

3. El bosque andino

Determinantes físicos del bosque andino. El cinturón de roble. Los bosques riparios. Los pantanos de sietecueros. Los helechales.

El bosque andino comienza en los 2400 msnm y termina en los 3200 msnm. Por encima de esta elevación, y en lo que respecta con la transición al bosque altoandino, se encuentra el primer bosque de contacto, caracterizado por Lauráceas (*Ocotea heterophylla, Persea mutisii* y *Ocotea calophylla)* y encenillos (*Weinmannia tomentosa*), siendo esta última especie la más dominante a medida que aumenta el gradiente altitudinal.

Los robledales de *Quercus humboldtii* son reconocidos como uno de los tipos de vegetación más representativos de la franja Andina cordillerana, al conformar rodales característicos. Su amplia distribución altitudinal conforma diversos tipos de comunidades según ascienden o descienden en el gradiente montañoso. Los bosques típicos de esta especie se encuentran por encima de los 2400 m o incluso por encima de los 3450 m. Pero, aun así, sus extensiones actuales son bastante reducidas.

En el área de estudio se ha podido observar que el límite superior del *Quercus humboldtii* colinda con bosques de Lauraceae o con encenillales (transición que resulta variable en la Cordillera Oriental y que suele depender de la humedad ambiental). En sus facies de cañada, estos suelen ser reemplazados por bosques, rastrojos altos de *Escallonia paniculata* y por especies de *Clusia*, las cuales cuentan con etapas subseriales en las que predominan componentes leñosos altos como el *Palicourea vaginata*; especies de *Eugenia, Roupala y Miconia*; y arbustos de *Dodonaea viscosa*, que en sus facies de turbera dan paso a bosquetes azonales de *Tibouchina lepidota*.

Bosques de Diplostephium

4. La exclusiva

Flora de Santurbán

El páramo y sus endemismos. Especies nuevas del bosque altoandino. Especies amenazadas de la flora local.

Para llevar a cabo el cálculo del gradiente montañoso de Santurbán, se presentó un registro sobre su composición en relación con varias especies amenazadas (*en Peligro Crítico, en Peligro y Vulnerable*) y con distintas especies endémicas por país o por región. Este gradiente equivale al 64.4% y 22.2% del total de levantamientos evaluados.

De cada diez sitios estudiados, seis o siete albergan al menos una planta en peligro de extinción, y dos o tres constituyen el hábitat de una o varias especies que solo crecen en esta parte del planeta. Las especies amenazadas y/o endémicas fueron observadas en ambientes paramunos, altoandinos y transicionales de California, Monsalve, Cachirí y Berlín. Numerosos sectores pertenecientes a Tona o bajo coberturas de bosque Andino aún requieren de evaluaciones más detalladas.

La representatividad de las especies amenazadas y/o endémicas al interior de las 92 tipologías de vegetación (identificadas para los diferentes ambientes en el área de estudio mediante la construcción de algunos indicadores sencillos) abarca a nueve de cada diez tipos de vegetación (90%), y a una especie en riesgo inminente de extinción o exclusiva para cada región o país. Cabe mencionar que, esta situación no sucede de manera exclusiva en el páramo, sino también en los bosques y comunidades transicionales desarrolladas a lo largo del gradiente montañoso de Santurbán.

El 33% de los tipos de vegetación incluyen en su composición hasta una especie amenazada y/o endémica, el 26% presentan más de dos especies amenazadas y/o endémicas en más de dos localidades, y el 31% tienen este mismo número, pero concentrado en menos de dos localidades conocidas. Esto significa que casi seis de cada diez tipos de vegetación albergan más de dos especies amenazadas y/o endémicas (57.1%), es decir, tres de cada diez corresponden a tipos críticos de comunidades que solo se conocen en una o dos localidades del macizo (30.8%), como también en ninguna otra parte del país o del mundo.

Por otra parte, ocho de estos están presentes de manera exclusiva en páramos de California y Vetas. Por último, cuatro tipos de vegetación resultan alarmantes pues albergan de manera simultánea hasta cinco especies amenazadas y cuatro especies endémicas (dos de páramo, una de vegetación transicional y una de bosque altoandino).

Comparaciones posteriores con distintas comunidades (reportadas en la literatura sobre la alta montaña colombiana desde 1930) permitieron corroborar la exclusividad de la fitocenosis observada en el macizo de Santurbán. La vegetación comparte tanto la fisionomía característica de las franjas altas del norte de los Andes, como la composición otorgada por elementos florísticos de amplia distribución como las macollas de *Calamagrostis effusa*, los herbazales de *Orthrosanthus chimboracensis*, los arbustillos de *Pernettya prostrata*, los bambúes de *Chusquea tessellata*, los bosques altoandinos con especies de *Escallonia, Myrsine* y *Weinmannia*, y los robledales de *Quercus humboldtii.*

Esta situación resulta crítica en aquellos ensambles determinantes de la estructura ecológica del páramo, como en el caso de los frailejonales que se encuentran integrados por especies endémicas de la región, como la *Espeletia conglomerata* y la *Espeletia canescens* o *Espeletiopsis funckii*. Además de estas combinaciones, esta situación se extiende a otras que cuentan con un gran número de componentes florísticos ya identificados.

Pese a que la intensidad y duración de las actividades antrópicas han desdibujado el entorno debido a su concentración en la transición de las masas altoandinas y paramunas, ha sido posible comprobar que es en estos ambientes degradados donde elementos bajo amenaza inminente de extinción, como el *Espeletiopsis caldasii*, aún luchan por su sobrevivencia. La recuperación de la integridad ecológica del macizo no solo depende de la preservación de las principales extensiones de páramo, de los escasos relictos altoandinos y de las grandes masas Andinas que aún protegen las cuencas medias y bajas, sino de los diversos ensambles intermedios y alterados, los cuales son fundamentales como remanentes de especies amenazadas y como fuente de componentes pioneros esenciales para promover las sucesiones.

En términos generales, la composición y estructura de los diferentes ensambles florísticos han permitido corroborar la distribución irregular de las distintas franjas de vegetación en el gradiente montañoso del macizo, las cuales han estado mediadas por la presencia de un superpáramo, el cual comienza a vislumbrarse de manera gradual a partir de los 3900 m hasta sus filos más elevados.

Por su parte, se cuenta con una vegetación típica del páramo medio, observable desde los 3500 m hasta los 3900 m; con un subpáramo identificable desde los 3300 m que se intercala con diversas comunidades abiertas, transicionales y sucesionales fuertemente desdibujadas, las cuales descienden desde los 3600 m hasta 3100 m; con bosques emergentes extrazonales que se elevan desde los 3300 m en abrigos rocosos y enclaves situados incluso hasta 3900 m; con una transición entre el páramo abierto y sectores boscosos cerrados altoandinos, los cuales se alternan con gran intensidad entre los 3400-3600 m entre las laderas abiertas y las zonas protegidas, dando paso a robledales altoandinos y a otros bosques típicos de esta franja que comienzan en los 2800 m y que no superan los 3600 m; y con bosques andinos de mayor porte situados por debajo de los 2800 m.

La existencia de elementos de etapas estables y avanzadas de sucesiones paramunas como la *Espeletiopsis sclerophylla* y las elevaciones de ca. 3250 m, permite descartar la presencia de estos como simple paramización, a pesar de que estos sitios presentan evidencias de intervención por ganadería. Bajo condiciones naturales, los páramos llegan a descender en el macizo hasta los 3200 m, coincidiendo con su extensión característica en diferentes sectores de la cordillera Oriental.

Las primeras clasificaciones y descripciones de las comunidades vegetales, identificables por su distribución altitudinal (Cuatrecasas, 1958), aportan información pertinente sobre las especies que las conforman o que son representativas de estas agrupaciones (Rangel, 2000). En el páramo ha sido descrita o reconocida una gran variedad de especies correspondientes a cada una de las tres franjas: subpáramo, páramo y superpáramo (Lutteyn, 1992; Balslev, *et al*., 1998). De igual forma, muchas especies del bosque altoandino hoy se reconocen por su amplia distribución en estos ecosistemas (Camargo & Salamanca, 2000).

Por ahora, se tiene información suficiente sobre la composición de especies de los diferentes ecosistemas. En el caso del bosque altoandino y del páramo, se cuenta con una gran cantidad de especies cuya distribución está ligada a los cinturones de vegetación (Camargo & Salamanca, 2000; Rangel, 2000). Gracias a la construcción de diagramas sobre la distribución altitudinal de ciertas especies asociadas a ambos ecosistemas, basados en su presencia y abundancia, se ha podido establecer que son muchos los factores que inciden sobre la distribución altitudinal de las especies (Austin, 2007; Bader et. al., 2007; Holtmeier & Broll, 2005; Van der Hammen and Cleef, 1986), además de permitir señalar de manera análoga el rango de distribución del bosque altoandino y del páramo.

Consideraciones florísticas

En la presente investigación, la evaluación de la vegetación del gradiente altitudinal del macizo de Santurbán ha permitido corroborar que en la región existen 110 familias, 241 géneros y 292 especies reconocidas de plantas vasculares que se suman a los 321 elementos determinados por género y a los 215 por categorías taxonómicas superiores. Esto da como resultado un total de 828 morfoespecies.

El grupo con mayor riqueza es el de las Angiospermas, representado por 94 familias, 217 géneros, 270 especies, 291 elementos identificados por género y 211 por categorías superiores, comprendiendo un total de 772 morfoespecies. A este grupo le sigue el de los helechos, con 14 familias, 22 géneros, 20 especies, 30 elementos determinados por género y 4 por categorías superiores, sumando un total de 54 morfoespecies. Por último, el grupo de las Gimnospermas está conformado por árboles pertenecientes a 2 familias, 2 géneros y 2 especies, correspondientes en cada caso al mismo número de morfoespecies.

A lo largo del gradiente altitudinal del macizo, desatacan varias especies y morfoespecies por su riqueza de géneros. Entre estas, se pueden mencionar las familias Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Ericaceae, Apiaceae, Rosaceae, Rubiaceae e Hypericaceae.

En algunos de los grandes conjuntos de vegetación, distintas familias cobran especial relevancia dada su abundancia, como en el caso de la Poaceae, la Apiaceae y la Orchidaceae que habitan en el páramo y en la transición con el bosque altoandino. También, entre estas destacan especies como la Solanaceae en los bosques que ascienden por el páramo, y la Primulaceae, la Araliaceae, la Rubiaceae y la Myrtaceae en los bosques altoandinos y andinos. También, se pueden mencionar la Asteraceae, la Ericaceae, la Rosaceae y la Melastomataceae que tienen una representatividad importante en toda la franja montañosa, y la Hypericaceae, que guarda cierta preferencia por los ambientes de alta montaña.

En cuanto a los géneros florísticos en el macizo, destacan por su holgura las familias: Hypericum, Baccharis, Lachemilla, Miconia, Pentacalia, Espeletia, Hesperomeles, Oreopanax y Valeriana. Por su parte, familias como las Hesperomeles y Miconia también entran en esta clasificación debido a su relevancia en todo el gradiente; las Hypericum, Baccharis, Pentacalia y Ageratina lo hacen por su presencia en la alta montaña; las Lachemilla, Espeletia, Espeletiopsis, Geranium y Elaphoglossum por su incidencia en el páramo y en la transición con el bosque altoandino; las Gynoxys debido a su presencia en los bosques emergentes; las Oreopanax, Diplostephium, Myrcianthes y Weinmannia al abarcar la franja altoandina; y la Myrsine por habitar en la transición hacia el bosque Andino.

Veintitrés de las especies halladas en campo se encuentran bajo amenaza de extinción. Esto representa el 7.9% de las especies identificadas en el macizo y el 3.5% del total de morfoespecies. Sin embargo, esta proporción está subvalorada debido al gran número de grupos taxonómicos que aún carecen de evaluaciones detalladas.

Tres especies como la *Geranium killipii*, *Libanothamnus occultus* y *Puya gargantae* se encuentran en Peligro Crítico (CR), por lo que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato. Seis se consideran En Peligro (EN), pues afrontan 'un alto riesgo de extinción o de deterioro poblacional en estado silvestre en el futuro cercano'; once son Vulnerables (VU), con un 'riesgo moderado de extinción o de deterioro poblacional a mediano plazo'; dos taxones figuran como Casi Amenazados (NT).

Ageratina y Bejaria resinosa

Lupinus

Una subespecie propia del norte de la cordillera Oriental (*Calceolaria microbefaria* subsp. *microbefaria*) se encuentra registrada como Extinta a Nivel Regional (RE); y cinco subespecies aparecen citadas en literatura bajo rangos pertenecientes a criterios de evaluación anteriores al año 2000, no comparables con las categorías actuales.

Dos especies adicionales como la *Espeletia canescens* y la *Polylepis quadrijuga* han sido adoptadas en el presente documento como elementos amenazados. La primera de ellas se encuentra amenazada debido a su endemismo, a su área de distribución limitada a la franja alta del municipio de California (misma localidad tipo donde fue descubierta) y a su escaso número de poblaciones observadas en campo. Estas circunstancias permiten asignarle la categoría de En Peligro Crítico (CR) o En Peligro (EN) por aspectos como su pequeño areal en disminución o por la reducida población en decrecimiento (criterios de amenaza B y C).

La segunda especie corresponde a un célebre caso de la literatura científica, relacionado con los componentes dominantes de los bosques enanos de 'coloraditos', 'sietecueros' o 'queñuales' -característicos de los páramos del norte de Los Andes-, y que se refiere a uno de los ecosistemas montanos que experimentan las velocidades más alarmantes de fragmentación y de deterioro por intervención antrópica. Por su parte, este tiene un causal suficiente para ser incluido como Vulnerable (VU), dado su areal fragmentado en disminución (criterio B).

Con excepción de la *Espeletiopsis santanderensis*, los frailejones de Espeletia, Espeletiopsis y Libanothamnus se encuentran bajo amenaza. Dos de estos se hallan en estado Vulnerable (VU), cinco En Peligro (EN) y uno (los frailejones arborescentes de Libanothamnus occultus) en Peligro Crítico (CR).

La *E. santanderensis* ha sido considerada endémica junto con otras siete especies de frailejones. La *Espeletiopsis caldasii*, encontrada en sectores de Berlín y Tona, ha sido uno de los frailejones endémicos bajo la categoría de riesgo de extinción En Peligro (EN), según criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la cual es conocida por las colecciones históricas realizadas entre las décadas de los 40 y 70 del siglo pasado, y por algunas observaciones aisladas efectuadas en los años 90 del mismo siglo. Las áreas donde fueron observadas dichas colecciones se encuentran degradadas y erosionadas hasta el extremo por intensas actividades agropecuarias, al punto de haber quedado restringidas a roquedales, potreros y áreas de barbecho por rotación de cultivos.

Observaciones preliminares sobre el material botánico señalan que la *Espeletiopsis petiolata* (Cuatrec.) Cuatrec. estuvo presente en la zona como un elemento de distribución restringido a la cordillera Oriental colombiana. En literatura existen referencias que indican que al menos trece especies encontradas en los inventarios corresponden a elementos endémicos del país (casi todas concentradas de manera exclusiva en el Macizo de Santurbán). De acuerdo con la complejidad ecológica del área, no cabe duda que su número debe ser considerablemente mayor.

5. La fauna de Santurbán

Aves comunes y exóticas. Herpetos discretos. Mamíferos nativos de Santurbán: algunos invertebrados. Fauna única de Santurbán. Fauna amenazada de Santurbán.

Mamíferos
Riqueza de especies

La lista de especies de mamíferos de la zona incluye 12 familias y 23 especies. El lugar con mayor diversidad es el Páramo de Monsalve con 20 especies, seguido de la zona forestal Vereda El Chopo, Finca el Salvial, con 9 especies. La familia de murciélagos Phyllostomidae es la más abundante y diversa con 3 especies, y equivalente al 30% del total de las especies. De estas 3 especies, la más numerosa es la *Anoura geoffroyi*, residente en su mayoría en las coberturas forestales. De acuerdo con algunos recorridos, se han podido observar rastros de excretas como la *Nasua nasua*, la *Cavia porcellus*, la *Silvilagus brasiliensi,* la *Mazama americana y la Cavia porcellus.*

De manera indirecta, los resultados de las entrevistas han aportado información sobre la presencia de algunas especies de mamíferos como: *Feliz concolor*, *Mazama rufina*, *Nasua nasua*, *Conepatus semistriatus*, *Cerdocyon thous*, *Leopardus tigrinus*, *Agouti taczanowskii* y *Coendu sp*. Además, las encuestas han permitido hacerse a una idea sobre el uso que el ser humano hace de la fauna de mamíferos de la región.

Luego de combinar diferentes metodologías de muestreo (tipo de registro), a continuación se presentan diferentes especies de mamíferos registradas. Los nombres comunes de estas corresponden a los descritos por los habitantes de la región y a aquellos registrados por Rodríguez-Mahecha, Hernández-Camcho, Defler, Alberico, Mast, Mittermeier and Cadena (1995).

E = Entrevista
R = Rastro (madriguera)
A = Avistamiento
C = Captura.

Familia	Especie	Nombre Común	Amenaza UICN	Cites	Hábitat	Uso Humano	Tipo de Registro
Didelphidae	*Didelphis albiventris*	Fara, Zarigüeya de orejas blancas			Robledal y vegetación Altoandina	Medicinal	**A**
Procyonidae	*Nasua nasua*	Coatí de hocico marrón, Cusumbo		Apéndice III	Robledal y vegetación Altoandina y paramo	Mascota, artesanal	**A**
Procyonidae	*Potos flavus*	Perro de monte, Kinkajou		Apéndice III	Robledal y vegetación Altoandina	Comercial	**A**
Procyonidae	*Nasuella olivacea*	Tejón, coatí oliva	**DD**		Subpáramo	Carne, medicina, mascota, artesanal, comercio	**A**
Cervidae	*Mazama americana*	Venado colorado locho	**DD**	Apéndice II	Robledal	Carne, mascota, deporte	**E**
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca		Apéndice II	Robledal y vegetación Altoandina y páramo	Carne, mascota, deporte	**E**
Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja de cola larga, Tayra		Apéndice II	Subpáramo y páramo	Veterinario	**E**
Mustelidae	*Conepatus semistriatus*	Comadreja			Vegetación Altoandina y páramo		**E/A**
Canidae	*Cerdocyon thous*	Zorro		Apéndice II	Subpáramo y páramo	Mascota, comercio	**E**
Felidae	*Felis concolor*	Puma		Apéndice I	Páramo		**E**

E = Entrevista
R = Rastro (madriguera)
A = Avistamiento
C = Captura.

Familia	Especie	Nombre Común	Amenaza UICN	Cites	Hábitat	Uso Humano	Tipo de Registro
Felidae	*Leopardus tigrinus*	Ocelote	**VU**	Apéndice I	Robledal y vegetación Altoandina		**E**
Agutidae	*Cuniculus taczanowskii*	Tinajo de páramo	**NT**		Robledal y vegetación Altoandina	Carne, medicina, mascota, artesanal, comercio	**E**
Sciuridae	*Sciurus granatensis*	Ardilla de cola roja			Robledal y vegetación Altoandina	Carne, medicina, mascota	**A**
Cricetidae	*Reithrodontomys sp*	Ratón			Subpáramo		**C**
Caviidae	*Cavia porcellus*	Cuy, Curí			Subpáramo y páramo	Caza	**A/R**
Erethizontidae	*Coendu sp.*	Puercoespín			Robledal y vegetación Altoandina	Caza	**E**
Caenolestestidae	*Caenolestes sp*	Ratón comadreja			Subpáramo		**C**
Phillostomidae	*Artibeus cinereus*	Chimbilako			Subpáramo y bosque altoandino		**C**
Phillostomidae	*Sturnira bidens*	Murciélagos de hombros amarillos	**LR:nt**		Subpáramo y bosque Altoandino		**C**
Phillostomidae	*Anoura geoffroyi*	Murciélago lengüilargo sin cola			Subpáramo y bosque Altoandino		**C**
Leporidae	*Sylvilagus brasilensis*	Conejo sabanero			Subpáramo y páramo	Caza	**A/R**

Las respuestas de los pobladores sobre el uso de los diferentes mamíferos con los que interactúan apuntan a una ausencia de intereses religioso-culturales y comerciales (de carne o de tráfico de especies nativas). En cambio, los mamíferos que se cazan están destinados para el consumo ocasional o para mitigar la invasión de cultivos o el peligro que pueden representar para los animales domésticos.

De las especies de mamíferos registradas en el área de influencia directa, el tigrillo (*L. pardalis*) se encuentra en categoría de Casi Amenazada (NT) a nivel nacional. Las especies bajo interés de conservación son el *Leopardus tigrinus*, catalogado como Vulnerable (Rodríguez-Mahecha *et. al.*, 1995), la *Nasuella olivácea* y la *Mazama americana*, con Datos Deficientes (Rodríguez-Mahecha *et. al.*, 1995), la *Cuniculus taczanowskii*, con Datos Deficientes (Rodríguez-Mahecha *et. al.*, 1995) y algunas especies que los pobladores locales cazan, como la *Odocoileus virginianus*, y otras especies que se encuentran en el apéndice I, II y III de CITES (2011).

Entre las especies consignadas por coberturas en el Subpáramo y Páramo pueden mencionarse la *Potos flavus*, la *Nasuella olivácea*, la *Odocoileus virginianus*, la *Mustela frenata*, la *Cerdocyon thous*, la *Felis concolor*, la *Reithrodontomys* sp, *Thomasomys* sp , la *Cavia porcellus* , la *Caenolestes* sp, la *Artibeus cinereus*, la *Sturnira bidens*, la *Anoura geoffroyi* y la *Sylvilagus brasilensis.*

En cuanto a las de vegetacion altoandina, de estas han sido registradas la *Didelphis albiventris*, la *Nasua nasua*, la *Potos flavus*, la *Odocoileus virginianus*, la *Conepatus semistriatus*, la *Cuniculus taczanowskii*, la *Sciurus granatensis*, *Artibeus cinereus*, la *Sturnira bidens* y la *Anoura geoffroyi.*

De las especies de Robledal, pueden identificarse la *Mazama americana*, la *Leopardus tigrinus*, la *Cuniculus taczanowskii*, la *Sciurus granatensis* y la *Coendu* sp.

Aves

En el macizo han sido registradas 43 familias y 198 especies, de las cuales 7 se encuentran bajo amenaza y 7 en condición migratoria (Renjifo, 2002; UICN, 2012). En tanto especies dependientes, como *Odontophorus atrifrons*, *Vultur gryphus*, *Macroagelaius subalaris*, *Contopus cooperi*, *Andigena nigrirostris*, *Eriocnemis cupreoventris* y *Hapalopsiitaca amazonina*, dentro de sus necesidades ecológicas, requieren del robledal y del páramo como hábitat.

Los últimos remanentes de páramos prístinos de la cordillera oriental son hábitat para muchas especies exclusivas de estos ecosistemas. El hecho de que las aves frugívoras y nectarívoras presenten una alta proporción en el sitio, puede deberse a la existencia de un estrato con abundantes plantas pioneras de sucesión vegetal, que cuenta con numerosos frutos pequeños que sirven de fuente de alimento para las aves.

La representación de este gremio resulta importante pues se encuentran grandes especies de aves frugívoras de dosel, con categoría de amenaza que, a pesar de la acción generada por el hombre, aún sobreviven en el área, como en el caso de la *Andigena nigrirostris*, la *Penelope montagnii*, la *Hapalopsittaca amazonina*, y de una gran variedad de frugívoras condicionadas por distintas matrices antrópicas que rodean fragmentos de bosque de roble.

Pese a encontrarse rodeados por matrices antropogénicas, los fragmentos de bosque de roble ofrecen una cantidad importante de recursos para especies de aves endémicas y migratorias. Esto lleva a pensar que en algunos casos esta matriz actúa como una opción de refugio, de percha y de alimentación para distintas especies de aves.

Por el momento, han sido identificadas 170 especies para la cobertura de robledal. Las especies con alta afinidad por el bosque de roble, clasificables como especialistas de bosque, se encuentran en bosques y no en zonas abiertas o cultivadas, por lo que su presencia sirve como indicador del estado ambiental de la región. Entre estas especies se encuentran 6 del libro rojo de las aves de Colombia como es el caso de la *Odontophorus atriforns*, la *Hapalopsiitaca amazonina*, la *Andigena nigrirostris*, la *Spyzaetus isidori, Contopus cooperi* y la

Macroagelaius subalaris; de especies endémicas como la *Conirostrum rufum* y la *Scytalopus griseicollis*; de especies casi-endemicas como la *Coeligena helianthea*, la *Eriocnemis cupreoventris*, la *Atlapetes albofrenatus* y la *Myioborus ornatus ornatus*; y de especies migratorias australes que utilizan estos bosques como áreas de forrajeo y de descanso durante su pernoctación en el trópico, al tiempo que emplean las áreas de robledal como espacios vitales.

Pese a haber sido registradas unas pocas en comparación con las de los bosques de roble, las aves en el Páramo y Subpáramo suman 27 especies. Estas especies aportan la polinización y dispersión de semillas de vegetación de Páramo y Subpáramo, y los elementos para la integridad ecológica de la región. En esta zona, el Cóndor (*Vultur gryphus*) ha sido registrado como una especie Vulnerable, al igual que dos especies de colibrí casi endémico (*Oxypogon guerinii* y *Chalcostigma heteropogon*).

De los reportes obtenidos en campo, cabe mencionar el hallazgo de aves migratorias como la *Setophaga fusca*, la *Cardelina canadensis*, *Contopus cooperi* y especies del género Tringa, al ser aves dependientes de los bosques de roble primarios y secundarios de las regiones de Surata y Vetas.

Varias de las especies rapaces citadas en diferentes reportes del convenio CITES, pese a no encontrarse bajo amenaza, han sido reportadas por su valor como aves de comercio ilegal (como sucede con varias especies de colibríes, como el *Colibri coruscans*), entre estas el águila (*Rupornis magnirostris*) y el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), las cuales son de especial interés pues viven o dependen de zonas que presentan algún cuerpo de agua para el uso de recursos disponibles en estos ambientes.

Herpetos

En los municipios de Vetas y Suratá fueron encontrados 7 individuos adultos pertenecientes a dos especies, y 32 especímenes en estado larval propios de dos especies, todos de anuros. Una especie de serpiente y otra de lagarto fueron registradas a partir de entrevistas a campesinos y pobladores de la zona (*Chironius montícola* y *Stenocercus lache*). La familia con mayor diversidad fue la Strabomantidae con dos especies. Las otras dos familias encontradas presentaron una especie cada una.

Rupornis magnirostris y *Myoborus ornatus*

Conirostrum rufum

Referencias

Bibliografia, citas, web.

*** Austin, M. (2007).** Species distribution models and ecological theory: critical. assessment and some possible new approaches. Ecological Modelling, 200, 1–19.
*** Azócar, A. y Monasterio, M. (1979).** Variabilidad ambiental en el Páramo de Mucubají. En: Salgado Labouriau, M.L. (Ed). El Medio Ambiente Páramo. Caracas, Venezuela: Ediciones CIET-IVIC/MAB-UNESCO., pp. 149-159.
*** Bader, M., Rietkerk, M. y Bregt, A. (2007).** Vegetation structure and temperature regimes of tropical alpine treelines. Arctic, Antarctic and Alpine Research. 39: 353-364.
*** Báez, D. H., Ricardi, M., Gaviria, J. C., & Estrada, J. (1999).** Contribución a la etnofarmacología de los páramos venezolanos. Ciencia, 7, 23-32.
*** Ball, M.C., Hodges, V.S. & Laughlin, G.P. (1991).** Cold induced photoinhibition limits regeneration of snow gum at tree-line. Functional Ecology, 5, 663–668.
*** Balslev, H. & Luteyn, J. L. (Eds.). (1992).** Páramo: an Andean ecosystem under human influence (p. 1). London, UK: Academic Press.
*** Balslev, H., Valencia, R., Paz, Y., Miño, G., Christensen, H. y Nielsen, I. (1998).** Species count of vascular plants in one hectare of humid lowland forest in Amazonian Ecuador. En: F. Dallmeier y J.A. Comiseky (Eds.): Forest biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean, Paris: MAB. pp. 585-596.
*** Bendix, J. & Rafiqpoor, M. D. (2001).** Studies on the Thermal conditions of soils at the upper tree line in the Páramo of Papallacta (Eastern Cordillera of Ecuador). Erdkunde. 55. 257-276. 10.3112/erdkunde.2001.03.04.
*** Brown, J.H. and Lomolino, M.V. (1998).** Biogeography (2nd edition). Sinauer, Sunderland, MA.
*** Bruijnzeel, L. A. & Hamilton, L.S., (2000).** Decision time for cloud forests, Water related issues and problems of humid tropics and other warm humid regions, WWF, IHP, IUCN.
*** Buol, S.W., Hole, F.D. y Mccracken, J. (1991).** Génesis y clasificación de suelos. México: Ed trillas.
*** Cadena, D. (2007).** Testing the role of interspecific competition in the evolutionary origin of elevational zonation: an example with Buarremon brush-finches (Aves, Emberizidae) in the Neotropical mountains. Evolution 61: 1120-1136.
*** Camarero, J.J. and Fortin, M.J. (2006).** Detección cuantitativa de fronteras ecológicas y ecotonos. Ecosistemas 15 (3): 76-87.
*** Camargo, G. & Guerrero, G. A. (2007).** Lineamientos técnicos para la declaratoria y gestión en Zonas Amortiguadoras. (P. N. Colombia, Ed.) Bogotá, Colombia.
*** Camargo, G. & Salamanca, B. (2000).** Protocolo de Restauración de Ecosistemas Nativos del Distrito Capital. Bogotá, Colombia: Fundación Bachaqueros - Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente del Distrito Capital.
*** Cavieres, L. A., Rada, F. A., Azócar, C., García-Núñez & Cabrera, H.M. (2000).** Gas exchange and low temperature resis7tance in two tropical high mountain tree species from the Venezuelan Andes. Acta Oecologica 21: 203-211.
*** Cayuela, L., Benayas, R. J. M., Justel, A. & Salas R. J. (2006).** Modelling tree diversity in highly fragmented landscape. Global Ecology and Biogeography 15, 602-613.
*** Cayuela, L., Golicher J.D., Benayas, R.J.M., Gonzales-Espinosa, M. & Ramirez–Marcial, N. (2007).** Fragmentation, disturbance and tree diversity conservation in tropical montane forests. Journal of Applied Ecology. 43, 1172-1181 Chase y Leibold 2003.
*** Chase, J. M. & Leibold, M. A. (2003).** Ecological niches: linking classic and contemporary approaches. Univ. of Chicago Press.

Referencias

Bibliografia, citas, web.

*** CITES, (2011).** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Web: http://www.cites.org.
*** Cleef, A. M. (1981).** The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. Tesis doctorado Universidad de Utrecht. También en: El Cuaternario de Colombia, Vol 9. 320 pp Laboratorio Hugo de Vries, Univ. de Amsterdam.
*** Comerma, J. & Sánchez J. (1982).** Consideraciones sobre el régimen de temperaturas del suelo en Venezuela. Agronomía Tropical. Vol 32(1-6): 273-283.
*** Cuatrecasas, J. (1934).** Observaciones geobotánicas en Colombia. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Botánica 27. 143pp. Madrid.
*** Cuatrecasas, J. (1958).** Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 10 (40): 221 - 262.
*** Cuatrecasas, J. (1968).** Páramo vegetation and its life forms. Colloquium Geographicum 9: 163–186.
*** Germino, M. J. & Smith, W. K. (1999).** Sky exposure, crown architecture, and low□temperature photoinhibition in conifer seedlings at alpine treeline. Plant, Cell & Environment, 22 (4), 407-415.
*** Handa, I.T., Körner, C. & Hättenschwiler, S. (2005).** A test of the treeline carbon limitation hypothesis by in situ CO2 enrichment and defoliation. Ecology 86: 1288-1300.
*** Hedberg, O., (1964).** Features of afroalpine plant ecology. Acta Phytogeogr. Suecia 49: 1-144
*** Hoch, G. & Körner, C. (2003).** The carbon charging of pines at the climatic treeline: a global comparison. Oecologia 135: 10-21.
*** Hofstede, R.G.M. (1995).** Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem. PhD thesis, Hugo de Vries Laboratory, University of Amsterdam.
*** Holtmeier, F.K. & Broll, G. (2005).** Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales. Global Ecology and Biogeography 14: 395-410.
*** Hutchinson, G. E. (1957).** Concluding remarks. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 22: 415-442.
*** ICA, (1981).** Fertilización en diversos cultivos. Manual de asistencia técnica Nº 25. Instituto Colombiano Agropecuario.
***Körner, C. (1998).** A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation. Oecologia 115: 445-459
*** Körner, C. & Paulsen, J. (2004).** A world-wide study of high altitude treeline temperatures. Journal of Biogeography 31: 713-732.
*** Lawton, J.H., Bignell, D.E., Bolton, B., Bloemers, G.F., Eggleton, P., Hammond, P.M., Hodda, M., Holt, R.D., Larsen, T.B., Mawdsley, N.A., Stork, N.E., Srivastava, D.S. & Watt, A.D. (1998).** Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. Nature, 391, 72–76.
***Luteyn, J.L., Churchill, S.P., Griffin, D. III., Gradstein, S.R., Sipman, H.J.M. & Gavilanes, A.M. (1999).** Páramos. Checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. New York Botanical Garden Press, New York.
*** Macarthur, R. H. (1972).** Geographical ecology: patterns in the distribution of species. Harper and Row.
*** Pinzón, A. (1989).** Temperatura edáfica del páramo de Sumapaz. Suelos Ecuatoriales, Vol XIX, No 1, pag 41 -47.

Referencias

Bibliografia, citas, web.

*** Piper, F.I., Cavieres, L.A., Reyes-Díaz, M. & Corcuera, L.J. (2006).** Carbon sink limitation and frost tolerance control performance of the tree Kageneckia aungustifolia D. Don (Rosaceae) at the treeline in central Chile. Plant Ecology 185: 29-39.
*** Pulliam, H. R. (2000).** On the relationship between niche and distribution. Ecol. Lett. 3: 349-361
*** Rangel-Ch., J.O. (2000.)** La diversidad Beta. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). La región de vida paramuna. Colombia Diversidad Biótica III, 658-719. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
*** Renjifo, L., Franco, A., Amaya-Espinel, J.G. K. & López-Lánus, B. (2002).** Andigena nigrirostris. En Renjifo, L., Franco, A., Amaya-Espinel, J.K.G. & López-Lánus, B. Libro Rojo de Aves de Colombia (pág. 492). Bogotá, Colombia: Panamericana Formas e Impresiones S.A.
***Rodríguez-Mahecha, J., Hernández-Camacho, J. I., Defler, T. R., Alberico, M., Mast, R. B., Mittermeier, R.A. and Cadena, A. (1995).** Mamíferos colombianos: sus nombres comunes e indígenas. Ocassional Papers in Conservation Biology. Conservation International 56 pp.
*** Rodríguez-Mahecha, J. & Orozco, R. (2002).** Vultur gryphus. En Renjifo, L., Franco, A., Amaya-Espinel, J.K.G. & López-Lánus, B. Libro Rojo de las Aves de Colombia (pág. 77). Bogotá, Colombia: Panamericana Formas e Impresiones S.A.
*** Rundel, P. W., Smith, A. P. & Meinzer, F. C. (Eds.). (1994).** Tropical alpine environments: plant form and function. Cambridge University Press.
*** Shi, P., Korner C. & Hoch, G. (2006).** End of season carbon supply status of woody species near the treeline in western China. Basis Appl Ecol /:370-377.
*** Slayter, R.O. & Noble, I.R. (1992).** Dynamics of montane treelines. In: Hansen, A.J. & F. di Castri (eds), Landscape boundaries: consequences for biotic diversity and ecological flows. Springer, New York, pp. 346-359.
*** Sturm, H. & Rangel-CH, J.O. (1985).** Ecología de los páramos Andinos: Una visión preliminar integrada. Biblioteca J.J. Triana No. 9: 292 p. Instituto de Ciencias Naturales.
*** Tranquillini, W. (1979).** Physiological ecology of the alpine timberline: tree existence at high altitudes with special reference to the European Alps. Springer. Berlín.
*** UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales), (2012).** Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN. 33 pp. Gland, Suiza. Cambridge, Reino Unido. URL: http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria/2001-categories-criteria.
*** USDA, (2006).** Claves para la Taxonomía de Suelos. 10ª edición. Soil Survey Staff. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales.
*** Van der Hammen, T. (1974).** The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. Journal of Biogeography. Vol. 1, No. 1, pp. 3-26
*** Van der Hammen, T. & Cleef, A.M. (1986).** Development of the high Andean páramo flora and vegetation. In: Vuilleumier, F. & M. Monasterio (eds), High altitude tropical biogeography. Oxford University Press, New York, Oxford, pp. 153-200.
***Wardle, P. (1965).** A comparison of alpine timberlines in New Zealand and North America: New Zealand Journal of Botany, v. 3, p. 113Ð135

Un pueblo con corazón de oro

Poblamiento e identidad de la gente de Santurbán

1. Chitará y lospueblos indios

. Los chitareros y los pueblos indígenas vecinos

Entender la formación del territorio de Santurbán desde un punto de vista geológico y ecológico será un paso fundamental para la comprensión de su importancia a nivel mundial, tanto en tiempos pasados como en la actualidad. También, resultará importante mostrar cómo una parte de su valor se debe a la particularidad y labor del capital humano que ha residido y reside en la zona.

Pensar en el páramo de Santurbán como un lugar agreste y desértico, desprovisto de la intervención humana, desconocería el arraigo y actividad del ser humano en dicho territorio tras el auge del conservacionismo ambiental ocurrido en tiempos de la colonia en América.

Los primeros habitantes de los que hablaremos serán los Chitareros. Pese a existir pocos estudios arqueológicos sobre cultura, y al hecho de lo controvertido que puede resultar refutar algunas de las posturas recogidas por observadores de su época[1], la información aquí consignada se refiere a su modo de vida visto a través de los ojos de los europeos -hecho que no se distancia mucho de los datos que se obtienen sobre distintas comunidades de la época.

Según los trabajos de historia realizados por fray Pedro de Aguado, el nombre de "chitareros" surgió de la denominación que los españoles hicieron de los grupos indígenas que transportaban calabazos llenos de chicha de maíz en sus cinturas. Este patrón de denominación no solo aplicó para estas poblaciones, sino para otras en relación con los fenómenos más sobresalientes de sus culturas.

---

1 Como por ejemplo las del padre Eudista Henri Rochereau, quien se dedicó en su momento a realizar una descripción etnohistórica de este pueblo, o las de algunas revisiones de documentos coloniales sobre estos pobladores realizadas por otros investigadores.

En una recopilación de datos, el historiador de la UIS Silvano Pabón Villamizar manifestó que la poca información arqueológica existente sobre las zonas de asentamiento de los cargadores de chicha de maíz, puede solventarse a partir de los repartimientos hechos por estos en los primeros diez años de la ocupación hispánica, documentados por Cristóbal Bueno durante su visita a Santander.

Según Cristóbal Bueno, los cargadores de chicha de maíz habitaron desde las cuencas altas de los ríos Guaca y Servitá hasta el río Suratá. Esto incluye el complejo minero colonial de Vetas y la ladera occidental de la cordillera oriental en sentido sur norte (la cual divide los Santanderes) hasta Cachirí y Mohán, conocidas estas últimas con los nombres de Montuosas Alta y Baja.

Fernández de Piedrahita dijo que "los umbrales de la providencia de los Chitareros corren entre la de Tunja y Mérida, por cuarenta leguas de longitud", es decir, que el desplazamiento hacia el norte de estos pobladores llegó hasta la Cordillera de Mérida en Venezuela. Por otra parte, Pedro de Aguado menciona que los Chitareros habrían llegado hasta las serranías de los Páramos de Pamplona, justo en el extremo nororiental del río Quirimarí, delante de San Cristóbal.

A partir de fuentes orográficas e hidrográficas, Silvano Pabón afirma que el marco geográfico de estos pobladores se extendió a lo largo de los municipios de Cachirí, Suratá, California, Matanza, Vetas, Charta, Tona, Guaca, Servitá, Santa Bárbara (su parte alta), Cepitá, Umpalá, Silos, Chitagá, Mutiscua, Cácota, Pamplona, Pamplonita (antigua Chopo), Durania, Bochalema, Chinácota, Cucutilla, Toledo, Labateca, Herrán, Ragonvalia, Arboledas, Zulia, Salazar, San Cayetano, Cúcuta, San Cristóbal y el Estado Táchira.

El profesor Leonardo Moreno, asociado a la escuela de ciencias sociopolíticas de la UIS, recalca que debido a que los Chitareros conformaron una confederación de varias tribus con distinciones regionales, delimitar su frontera étnica y cultural resulta una tarea difícil. El espectro regional de estos pobladores pudo haber heredado diversas costumbres de tribus vecinas como los Tunebos, Laches, Guanes, Muiscas y Caribes, siendo estas dos últimas con quienes mayor intercambio cultural llegaron a tener.

Poblamiento
y transformación de alta montaña

La riqueza y diversidad de la etnia chitarera, además de haber estado determinada por su ubicación regional y relación con sus vecinos, también lo estuvo por los entornos en los que habitaron y por las distintas actividades productivas que llevaron a cabo.

En su ocupación de diversos pisos térmicos, las hordas chitareras se dedicaron a distintas actividades productivas que determinaron sus maneras de asentamiento y la arquitectura de su hábitat. Como confederación de varias tribus bajo la influencia de culturas como la Muisca y la Caribe tuvieron una organización social y económica única.

Los Chitareros se dividieron en las etnias ubicadas en terrenos de temperaturas frías, "tan fridísimas que muchos indios han perecido y muerto de frío, quedándose, riendo y los ojos abiertos" como ha dicho Pedro de Aguado, y en aquellas que ocupaban lugares más templados, como en las cercanías de las riveras de los ríos.

Uno de los motivos por los que los Chitareros se dispersaron a zonas más frías fue la influencia cultural de los Muiscas, de los que compartían maneras similares de vestimenta y de organización (como sus concentraciones en viviendas y cacicazgos). Pero, pese a que los asentamientos de los Chitareros se dieron en pequeños bohíos (viviendas hechas de barro y de techos de paja), y al hecho de que tenían el concepto de indio principal o líder guerrero, Fray Pedro de Aguado desvirtuó que esta forma de organización social fuera similar a la de los cacicazgos Muiscas.

Debido a que la mayoría de indígenas que intentaban ir a la parte más agreste del páramo perecía por las inclemencias del frío, esto hizo que gran parte de sus concentraciones se dieran en climas templados. La identificación de los primeros cambios antrópicos de la alta montaña, propios de los tiempos precolombinos, puede observarse a medida que se asciende en la montaña y se observan bohíos cada vez más dispersos, como lo ha indicado Pedro de Aguado.

Según Fernández de Oviedo -quien encontró zonas de grandes poblados en las que se habrían establecido más de 800 bohíos- los asentamientos chitareros ubicados en las inmediaciones de valles y ríos, se encontraban organizados en viviendas nucleadas o seminucleadas.

Cerro de la Araña

Por otra parte, los modos de producción también fueron un factor clave en la construcción de la imagen del entorno de estas culturas. La gran diversidad de climas de la región hizo que estos modos estuvieran relacionados con el cultivo de un gran número de productos.

Como bien menciona Silvano Pabón, la falta de estudios arqueológicos en la zona ha impedido encontrar evidencias sobre grandes infraestructuras destinadas a la agricultura de esta comunidad. Pero, pese a esto, la información respecto de la existencia de líderes guerreros (algo similar al concepto de cacicazgo Muisca) ha llevado a pensar en la agricultura como sostén de este tipo de organización social, lo que implica el requerimiento de un sostenimiento, de un pago de tributos y del comercio con etnias vecinas.

Entre los cultivos de los suelos de alta montaña y páramo podemos contar los de papa, ahuyama, calabaza, maíz, haba y frijol. Estas prácticas agrícolas, que datan del periodo precolombino, y que hacen parte de los procesos de producción de pueblos como los Aracabuzaso, Mogotocoro y Cácota, a día de hoy no representan una actividad con la que se pretenda acabar con los páramos, como se suele creer. Otras prácticas como la "industria" del fique (fibra propia de climas de transición: entre templado y frío) practicada por pueblos como los Chopo, tampoco implica una destrucción de los páramos.

Con esto podemos decir que el éxodo de las comunidades campesinas colombianas a las ciudades a causa de la violencia no fue lo que determinó el nuevo componente paisajístico de los ecosistemas de alta montaña, sino las actividades chitareras. Además, queda la duda de si en aquella época, de haber existido el conservacionismo ambiental, las actividades de estos pobladores hubieran sido tildadas de "bárbaras", al creer que buscaban acabar con los ecosistemas estratégicos de la región de Pamplona.

La minería
precolombina: sitios y técnicas

Al ser un tema que suscita tanta polémica, la minería requiere de un apartado especial. Por eso, es importante precisar algunos aspectos que ayuden a diferenciar la minería precolombina de la minería hispánica en tiempos de la colonia.

Para las culturas precolombinas, el valor del oro no estuvo relacionado con un factor netamente monetario, sino con uno sagrado. A raíz de su concepto de El más allá, a modo de ofrenda se enterraban a los difuntos con piezas fabricadas en oro. Una prueba de esto puede observarse en las conchas provenientes del lago de Maracaibo que Rochereau encontró en sus excavaciones, y que Silvano Pabón identificó como elementos que, al igual que ocurría con el oro en otras culturas, acompañaban las tumbas de los líderes de cada pueblo.

Rochereau también encontró distintas vasijas con polvo de oro que, de ser asociadas a estas comunidades, podrían llevar a pensar que los Chitareros también obedecieron a un fin comercial -tal como sucedió con los Muiscas y los Guanes-. Por otra parte, Luis Duque Gómez menciona que es probable que los hallazgos de Rochereau fuesen de tumbas de periodos post-hispánicos, por lo que la asociación comercial de los Chitareros con el oro aún sigue en duda.

Por otro lado, debido a la baja reactividad química del oro, y a su presencia en ríos de montaña y en formaciones geológicas de Santurbán, los pueblos Chitareros, quienes realizaban su extracción con métodos artesanales y destinaban su uso a rituales religiosos, no se enfocaron propiamente en la extracción del mismo.

Por lo tanto, la balanza estuvo inclinada hacia una explotación del oro por su valor sacro y espiritual, antes que por uno valor comercial, haciendo que su extracción fuera menor. Debido a esto, se cree que los Chitareros se condenaron a sí mismos a su extinción como pueblo y cultura por ignorar el valor monetario del oro.

Chitareros

Infografía Distribución de Etnias

Época colonial en América:

Misiones, encomiendas y pueblos de indios

La desgarradora y desproporcionada colonización española sobre las civilizaciones americanas marcó un antes y un después en los modos de producción de los territorios de Santurbán. La generación de productos como telas y partes de cultivos no estuvo destinada a los jefes guerreros, sino a los colonizadores, quienes tenían demandas de otra naturaleza y a otro precio. Los colonizadores, que en algunos casos eran vistos como deidades, despojaban a los indígenas de sus bienes -incluida su libertad- bajo una supuesta "falta de entendimiento". Este hecho no fue distinto en Pamplona.

En 1530, Ambrosio Afinger atravesó la cordillera oriental desde Venezuela hasta el valle del río Magdalena. Durante su travesía, viró de rumbo y tomó el río Servitá, el cual desemboca en el territorio de Santurbán, en donde presenció el primer encuentro entre colonizadores y comunidades de la zona del que se tiene noticia.

Diez años después, por orden del Gobernador del Nuevo Reino de Granada, Miguel Díaz de Armendáriz, ocurrió un segundo encuentro liderado por Ortún Velasco, quien tuvo a su cargo una hueste de 75 españoles, y por Pedro de Ursua, con un grupo más grande, sumando un total de 122 españoles. Esta fuerza les permitió llegar hasta el valle de Zulia y apoderarse de todo el territorio de los chitareros.

En cuanto a las encomiendas, Jorge Augusto Gamboa[2] menciona que esta figura administrativa se encontraba en decadencia al momento de instalarse en la provincia de Pamplona. Aun así, esta seguía representando grandes réditos a causa de la falta de control por parte de la corona española. Su verdadera decadencia estaría vendría dada por la catástrofe demográfica de los nativos, por los derechos adquisitivos que los colonizadores se adjudicaron, y por el reemplazo paulatino de los encomenderos por corregidores indígenas.

Mientras la encomienda se encontraba en decadencia en México, y se mantenía vigente hasta 1570 en Perú -gracias a la creación de leyes para aumentar el control de la corona sobre sus autoridades -, en Pamplona esta se mantendría desde 1549 hasta 1620.

Por otra parte, el poblamiento de la región chitarera sucedió como un factor diferencial entre tierras altas y bajas, el mismo que aplicó para las encomiendas. Las tierras altas y templadas, que respondían a una dinámica de ocupación similar a la del cacicazgo, fueron más fáciles de acoplar al modelo de encomienda, pues sus comunidades tenían más claro el concepto de obediencia y de pago de tributo que las de tierras cálidas, las cuales, organizadas en tribus, implicaban una mayor resistencia.

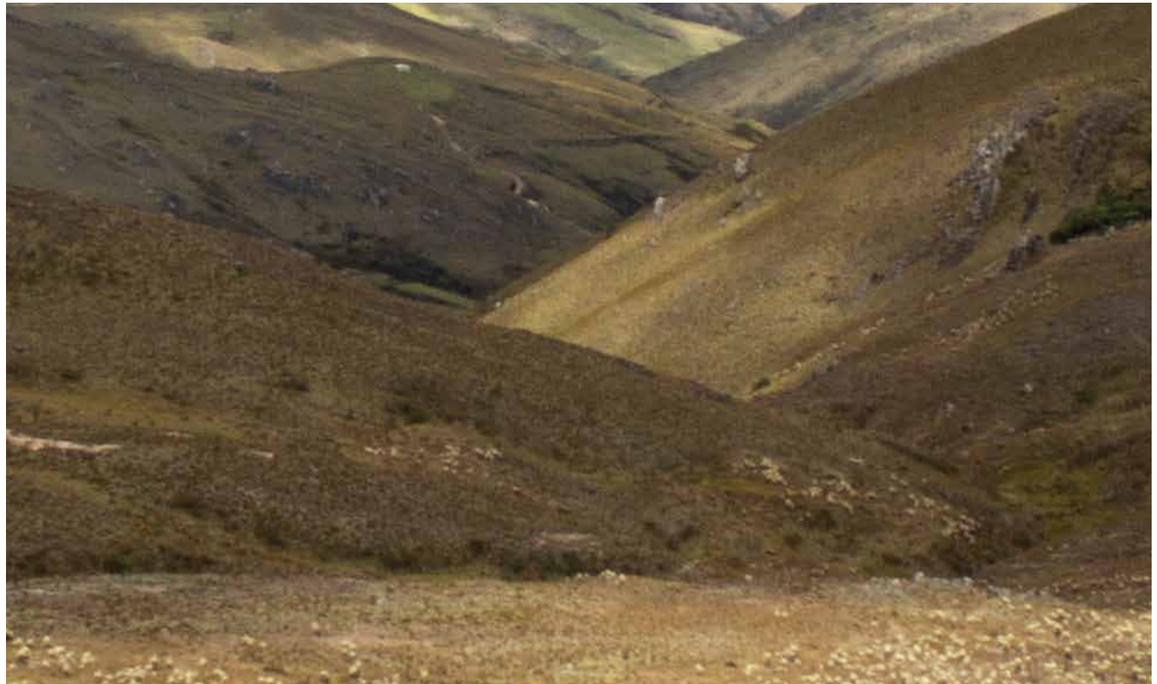
2. Documento encontrado en el Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

Por lo tanto, el calor tropical y la oposición de algunos Chitareros a la sumisión fueron los factores que hicieron que los colonizadores ubicaran el foco de su encomienda en las tierras altas.

Además del descubrimiento del oro en Pamplona, que permitió que la encomienda sobreviviera por mucho tiempo, el uso de caciques como autoridades encargadas de manejar a los indígenas, es decir, de decidir quienes iban a las minas y en qué momento, también facilitó el asentamiento de la encomienda.

Los colonizadores, al ver que el modelo de cacicazgo significaba mayores beneficios que el tribal (propio de las tierras cálidas), optaron por movilizar a los nativos de un lado a otro, haciendo que los de tierras altas trabajaran de manera forzada en las bajas y viceversa, para así mantener el trabajo equilibrado en cada zona.

No obstante, el resultado no sería el esperado. Los abruptos cambios climáticos diezmaron de manera considerable a la población indígena, por lo que la encomienda empezó a perder relevancia. Aun así, los encomenderos, tras encontrar el oro y tener quien lo extrajera, hicieron que Pamplona no desapareciera, sino que empezara a trascender como una región próspera.



Pajonales sobre llanura

2. La primera

Fiebre de Oro

y el auge de Pamplona

El apogeo de la minería colonial

Tal como Pedro de Aguado relata, Ortún Velaso, en 1551, luego de liderar numerosas exploraciones, encontró minas de oro en la región. No era secreto para nadie que, con base en distintos mitos, los conquistadores deseaban descubrir el "Dorado" en las agrestes tierras del Nuevo Mundo. Pese a que lo que encontraron fueron vetas y yacimientos en esta región, este hecho no los decepcionó.

Según Pablo Pérez (miembro de la academia colombiana de historia) las primeras excavaciones superfluas produjeron en Páramo Rico, Vetas y las Montuosas Altas y Bajas lo que se conoce como "placeres auríferos" (relacionados con el oro).

Tal como relata Pedro de Aguado, la incidencia de estos descubrimientos frente al sostenimiento de una recién fundada Pamplona, y el interés de los conquistadores por asentarse, no solo representaron una irrupción en el paisaje del páramo, sino también una catástrofe demográfica para los pueblos Chitareros, quienes pasaron de 30.000 indígenas encomendados en 1559 a 10.000 en 1602.

En cuanto a los sitios dedicados a la minería, estos se establecieron a cada uno de los lados de los principales cursos de agua. En estos, se llevaron a cabo cuadrillas conformadas por encomiendas tanto de Pamplona como de Tunja.

Debido a que en los "placeres auríferos" del Río Oro no existieron pleitos jurisdiccionales, Germán Colmenares afirma que esto permitió el desplazamiento de indígenas de otras regiones. La movilización en torno del oro dio lugar a nuevas formas de organización como la mita en la provincia de Tunja. Esta buscó mitigar el empleo de mano de obra esclava, promoviendo la movilización de indígenas encomendados de áreas aledañas a la sierra Nevada del Cocuy, Güicán, Chita y Montuosas Altas y Bajas.

¿Cómo se hacía la extracción de oro en la colonia?

Según Armando Martínez y Amado Guerrero, la tecnificación de las zonas de explotación minera fue mínima. Debido a que los filones se agotaban de manera rápida y que los métodos eran superficiales, los primeros ranchos tuvieron un carácter provisional. Este hecho contribuyó al deterioro del paisaje de páramo, pues dejó una serie de vestigios de minería dispersos por toda la zona.

La desaforada hambre de oro en la región, entendida hoy como el principio del "dinero fácil", tuvo su decadencia en el año 1622, en la que se llegaron a contabilizar 500 indígenas que se encontraban en su mayoría en Las Montuosas Altas y Bajas.

Los pueblos nativos beneficiados por las nuevas ordenanzas, las cuales otorgaban distintos derechos, empezaron a solicitar que no se les enviara a las minas. Con esto, la actividad minera comenzó a debilitarse y llevó a que tuvieran que buscarse nuevas formas para su resurgimiento.

A mediados del siglo XVII tuvo lugar la primera aparición de una empresa promovida por el virrey Messía de La Cerda, en la que participó como cirujano José Celestino Mutis. Esta se concentró en lo que hoy se conoce como el municipio de California, el cual contaba con una labor más tecnificada para la extracción del oro.

Las búsquedas en lugares con excavaciones superficiales fueron posibles gracias a los desagües, a los nuevos socavones y a los ingenios para moler minerales. Estos mecanismos facilitaron la excavación en minas que llevaban abandonadas más de 200 años, permitiendo que se alcanzara una profundidad entre 4 y 15 metros.

Además del uso de la gravedad como medio para la canalización del agua, el ingenio fue la modalidad con mayor protagonismo, pues facilitaba tanto el lavado del terreno como su explotación. El descubrimiento de pozos de agua en el páramo permitió que este recurso estuviese bajo el control de sus pobladores.

Los cambios en el paisaje del territorio vinieron de la mano de excavaciones dispersas y superficiales, de modelos más tecnificados para el desagüe de las minas, de socavones barrenados, del uso de piedras de mortero para el molido del mineral y de cajones de amalgamiento.

El surgimiento de Pamplona no estuvo mediado por la constitución de bohíos o por el trabajo de cultivos tradicionales (propio de las culturas precolombinas), sino por un interés en la explotación del oro que, además de promover la llegada de comunidades provenientes de diversas regiones, implicó un cambio significativo en la identidad cultural de la región.

¿Cuánto oro fue extraído de Santurbán?

Hasta la fecha no existe un registro preciso sobre lo cantidad de oro extraído en la región, pues en aquellos tiempos se carecía de una figura "jurídica" que permitiera a las autoridades y a la corona ejercer un control más estricto. Como consecuencia de esto, los colonizadores se vieron beneficiados de la indiferencia que rodeaba a la ejecución de actividades mineras.

Socavón entre relictos de hierba

Asentamientos de páramo

De las diferentes fases que atravesó la minería durante el periodo colonial, Germán Colmenares, luego de hacer un comparativo entre lo recaudado antes de finales del siglo XVI y la segunda mitad del siglo XVII (equivalente a 70 y 80 mil pesos anuales), menciona que la minería atravesaba por un periodo de crisis, pues lo recaudado entre 1614 y 1615 difícilmente superaba los 30 mil pesos.

¿A dónde iba la riqueza?

Existe una diferencia significativa entre el modo como se dividía la propiedad del suelo y del subsuelo en la época colonial y la de hoy en día. En el pasado, los roles de los actores estaban invertidos: mientras el suelo pertenecía a la Corona, los yacimientos, como parte del subsuelo, eran de quien los descubría.

Colmenares enfatiza que la repartición del territorio estuvo basada en un sistema de encomiendas. En relación con lo extraído, Colmenares menciona que quien "las descubriera en un río podría gozar de 45 varas a lo largo del río principal y 4 varas en cada margen. Si era de veta tenía derecho a 40 varas en cuadro, además de poder poseer minas contiguas y otras salteadas."

Al ser los indígenas encomendados un tributo para el trabajo en las minas, la riqueza era algo exclusivo de los encomenderos, aunque sin desconocer el pago denominado *quinto real* que se le debía realizar a la corona, el cual se correspondía con el 20% de lo extraído.

Si hoy en día el control territorial se hace mediante títulos de concesión minera, el sistema de explotación minero colonial, pese a la tecnificación paulatina en sus procesos, se basó en la ocupación territorial y en sacar el máximo provecho.

La fuerza de trabajo indígena en las minas estuvo destinada a la producción del pago o tributo a los encomenderos (dueños del subsuelo). A pesar de existir el quinto real, no hubo un control sobre el total de oro extraído, y las ordenanzas que amparaban a los indígenas casi nunca implicaban un adecuado control del abuzo y sometimiento al que eran expuestos, pues a la corona lo que más le interesaba era la tierra. Según lo que se sabe sobre las arcas de la corona y de los encomenderos, la riqueza se encontraba monopolizada, pues su retribución en el territorio era mínima.

Se puede decir que la transformación del territorio y la creación de nuevas culturas, a raíz de la incursión española y del desplazamiento de indígenas a otras regiones, cimentó gran parte de lo que se evidencia hoy en día en la región.

3. El real de minas y el surgimiento de Bucaramanga

Importancia de la minería de Santurbán y de otras áreas en el surgimiento de Bucaramanga

Antes de relatar la historia de cómo la minería de Santurbán favoreció la consolidación de lo que hoy se conoce como la capital de Santander, es de ital importancia comprender qué es un *real de minas*.

Así como a día de hoy en el congreso se tramita un proyecto de acto legislativo mediante el cual se declara a Barrancabermeja como Distrito Especial Petrolero del país, pues es un centro económico y político relevante para dicha actividad productiva, en su momento, el *real de minas* consistió en una declaratoria de índole institucional sobre la responsabilidad en la toma de decisiones en pro de la mejora de dicha actividad.

Por orden de Juan de Villabona Zubiaurre, Bucaramanga nacería como un pueblo de resguardo para los indígenas, permitiendo la concreción de la actividad evangelizadora por sobre el desplazamiento de una mina a otra. Esto implicó que Bucaramanga al haber surgido como un resguardo indígena, y por haber acogido el Real de Minas, fuera un lugar propenso para la actividad minera.

Después de que la provincia de Vélez se hiciera con el control jurisdiccional de las minas de río de Oro, y de que Pamplona lo hiciera con las de Vetas y las de las Montuosas, la alcaldía del Real de Minas mantuvo su jurisdicción sobre el pueblo de Bucaramanga. Por otra parte, fue el descubrimiento de grandes reservas de oro en el territorio lo que evitó la extinción de las ciudades ubicadas en el nororiente.

Causas de la preeminencia de Bucaramanga sobre otros centros regionales

¿De qué forma Bucaramanga pasó de ser un resguardo indígena a ser la capital de un departamento colombiano y una de las principales ciudades del país?

Aunque el auge de la actividad minera contribuyó en el surgimiento de esta ciudad, la actividad agrícola fue la que tuvo la mayor incidencia. Martínez y Guerrero narran que el fin de la actividad minera permitió que las haciendas empezaran a capturar mano de obra barata para generar bienes destinados a los mercados mineros, incluidos los de Mompóx, Cartagena y Maracaibo. Debido a esto, la región empezó a perder su condición minera, para dar paso a su consolidación como centro de acopio para el mercado de Mompóx. Este fue uno de los causantes de la supresión del pueblo de Cácota de Suratá, y del protagonismo de la parroquia de Santo Ecce Homo de Suratá.

Pero, ¿dónde figura Bucaramanga en todo esto? Luego de que Suratá pasara a tener una parroquia como fuente de acopio de Mompóx, Tona hará lo mismo para Cartagena en el año 1781. Superada la independencia, y con una nueva lógica productiva en la región, fueron tres los lugares los que se cristalizarían como centros de acopio para la región: Matanza, Piedecuesta y Bucaramanga.

Gustavo Pinzón González menciona que la declaración de Bucaramanga como capital del estado de Santander tuvo lugar en 1857, durante la asamblea constituyente convocada por los habitantes conservadores de Pamplona. Esta surgió tras una disputa o persecución entre bandos. Por un lado, se encontraban los convencionistas (liberales), quienes querían que Socorro fuese la capital, y, por otro, los conservadores, que se decantaban por Bucaramanga. Tras el dominio de los conservadores, el 24 de noviembre de ese mismo año, el Presidente Manuel Murillo Toro firmaría la ley que declaraba a Bucaramanga como capital del Estado de Santander.

Tras esto, Bucaramanga se convirtió en un punto estratégico para aquellas personas que deseaban movilizarse a Venezuela y a Cúcuta, y en uno de los centros de mayor relevancia durante la Guerra de los Mil Días.

Efectos del auge urbano bumangués sobre las regiones vecinas

Uno de los principios universales en materia de poblamiento es la tendencia de abandonar el campo y asentarse en las urbes principales. En el caso de las comunidades de Santurbán, esto no fue la excepción.

En cuanto a la obsesión por afianzar un imaginario moderno en Colombia, en el campo surgió la necesidad por un acople a nuevas técnicas y formas propias de la ciudad. Además, la inequidad social trajo consigo la necesidad de que grupos al margen del ideario nacional (sustentado en líderes tradicionales) se levantaran en armas y se apropiaran de las zonas rurales. A diferencia de lo que sucedía en los principales cascos urbanos, este fenómeno se vio facilitado por la falta de intervención militar. En el caso de Santurbán, sus municipios se encontraban bajo el dominio del frente 20 de las FARC y del frente de Carlos Alirio Buitrago del ELN.

En la segunda mitad del siglo XX, Bucaramanga, producto del conflicto armado, pasó de ser un centro político y de acopio agropecuario que abastecía a otras regiones, a ser escenario del fenómeno migratorio de la ruralidad colombiana.

Pese a que en algunas zonas las Fuerza Militares colombianas lograron tomar el control de la zona, como en el caso de la Operación Berlín de diciembre de 2001, el desarraigo de la tierra fue una constante debido al miedo que se tenía de ser parte activa del conflicto armado.

Otro factor que incidió en los desplazamientos de los habitantes de zonas rurales a la ciudad fue la esperanza en la mejora de los estándares de calidad de vida. Esta idea surgió del robustecimiento administrativo relacionado con la consolidación del área metropolitana y con la implementación de una corporación autónoma.

En varios de sus estudios, Arturo Almandoz enfatiza que, tanto la ausencia del Estado, como el asentamiento de un concepto de modernidad proveniente de Europa, fueron factores que también generaron las oleadas migratorias a las ciudades, como en el caso de Bucaramanga, cuya población creció en gran número gracias a la llegada de habitantes de los pueblos de Soto Norte en busca de seguridad y de mejores oportunidades.

Panoramica California

4. Breve historia

de las comunidades mineras y campesinas de Soto Norte

Vetas y California

Pedro de Aguado, al igual que muchos otros investigadores, cuenta la forma como los conquistadores nombraban las cosas a partir de sus propias percepciones, como en el caso de Vetas, cuyo nombre permite inferir su signo caracterizador. Se sabe que Vetas fue habitada por los Chitareros, de quienes, pese a no existir un rasgo arqueológico que los identifique como una cultura minera, existen relatos sobre el arraigo histórico y cultural con esta actividad en la región desde los tiempos precolombinos.

El auge y caída de la minería colonial, y la extinción de los nativos, estuvieron determinados, en gran medida, por el establecimiento de un campamento minero por parte de Pedro de Orzúa y Ortún de Velazo, empleado para la explotación masiva de oro (metal que era enviado a Pamplona). A finales del siglo XIX, una nueva empresa de extracción de oro (del que aún quedaba en estas regiones), financiada por España, Francia e Inglaterra, pasó a ser otro factor determinante. Transcurridos varios años, esta empresa empezó a verse interrumpida por los conflictos geopolíticos surgidos por la Gran Guerra, en la que los países asociados se vieron obligados a cumplir con sus alianzas, por lo que se produjo un retiro de la explotación minera de nuestro territorio.

Tras esto, los habitantes de Vetas, conocidos como Vetanos, no solo se quedaron con el oro y con las herramientas, sino con un legado histórico y cultural minero sustentado en las "vetas" de oro encontradas. Esto hizo que Vetas se mantuviera como un lugar independiente de los otros municipios. No es un secreto para nadie que, en la historia de este municipio, desde su fundación hasta los tiempos de la independencia, lo que lo ha sostenido ha sido la minería en las vetas de oro ubicadas en buena parte de su territorio.

La historia de California resulta similar. En 1869, el Estado Soberano de Santander, en procura de reactivar las parroquias tanto de Vetas como de Montuosa Baja, creó una aldea. La minería y la fuerte presencia de inversión extranjera en este municipio (en especial la francesa) permitieron que, en 1959, Montuosa Baja obtuviera su independencia luego de dejar de ser un corregimiento más de California.

La creación de esta nueva aldea tuvo como fin abrir la puerta a inversionistas de Inglaterra y Francia para la extracción de oro en la región. Pero, dada la falta de sostenibilidad en el tiempo, dicha incursión tuvo la misma suerte que varias iniciativas de las empresas que han estado desde los tiempos de la colonia en el territorio.

Por otro lado, la religión fue un factor clave para el arraigo y apropiación del territorio como independiente por parte de los habitantes. En 1875, los vecinos de la zona buscaron construir una parroquia, pero esta no sería posible sino hasta 1901 con la acción del párroco presbítero Estanislao Rodríguez.

Existe un claro ejemplo de esto. California, tras un acuerdo entre los productores de la zona, surgió con la instalación de su propia parroquia. Gracias a esto, comenzó la transformación del territorio, pues tuvo lugar la electrificación de la región, hecho que llevaría al mejoramiento de los estándares de la calidad de vida.

También, la llegada de grandes multinacionales mineras representó un auge en el desarrollo económico de las familias, pues trajo nuevas oportunidades laborales y distintas formas de negocio como el alquiler de predios y de animales de carga. Pero, por otra parte, el "progreso" que promueve el Estado en su venta de nuevas economías a escala también trajo consigo distintas consecuencias sociales.

Tona, Suratá y Matanzú

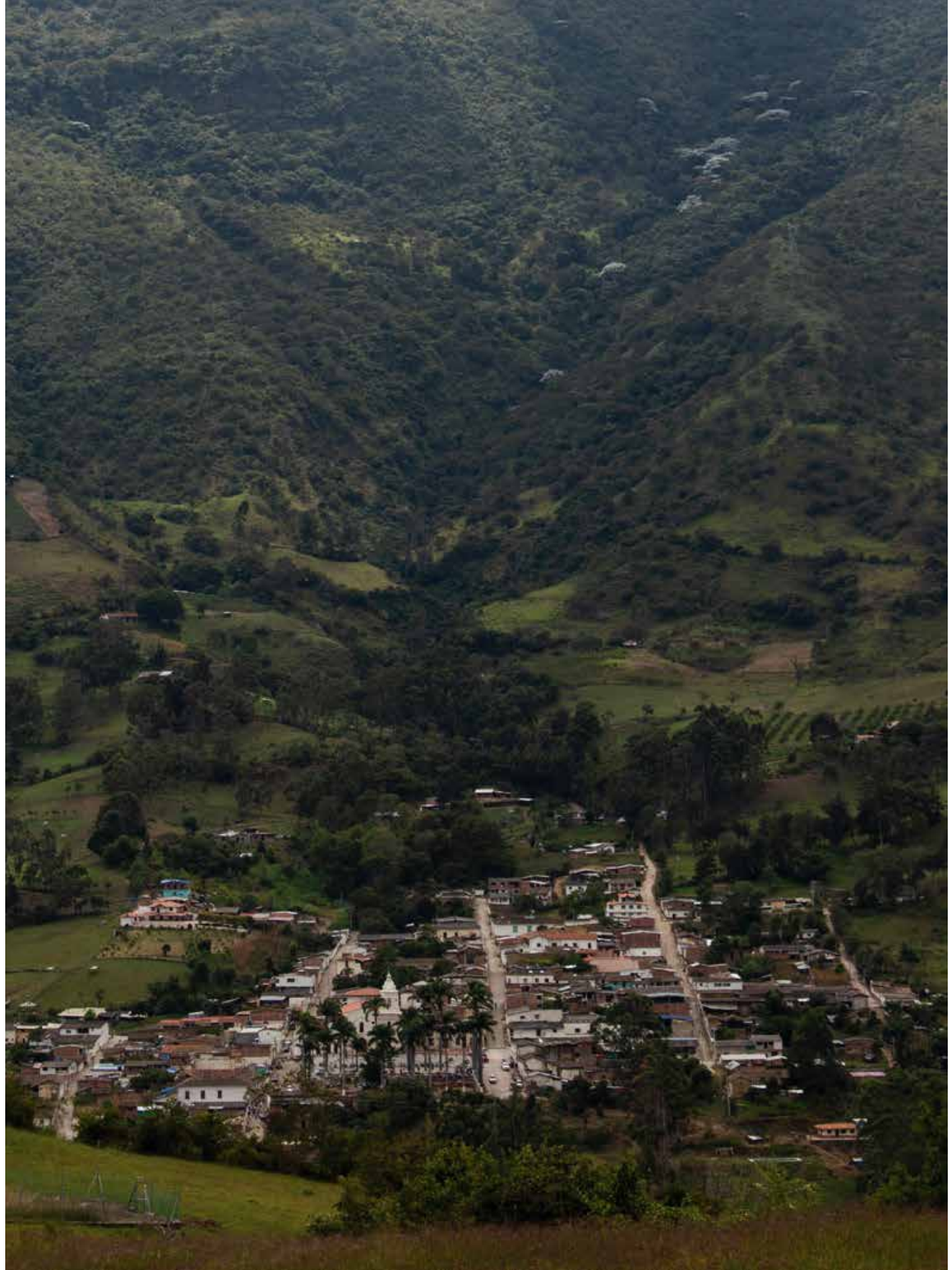
A raíz de la encomienda, varios indígenas fueron enviados a trabajar a las minas de Veta y Suratá. El territorio de Veta, también conocido con el nombre de Tona, apenas contaba con tres casas de paja que conformaban la parroquia de Silos.

El deseo por tener una parroquia propia, al ser ignorado por mucho tiempo por el poder central, impidió que Tona entrara a formar parte de un entramado urbano. En 1806 tan solo se realizó una visita de inspección. Tras la independencia de 1810, la construcción de una nueva república causó la suspensión de su reubicación.

En 1822, la burocracia católica se opuso a la negativa en el anexo de esta parroquia a la que se tenía en Silos. Como se visualiza en el caso de los toneros, quienes contaban con 207 casas y con una población de 882 personas, las reglas eran claras: si querías ser considerada una población independiente, tu parroquia debía cumplir con esa condición.

Pero no fue sino hasta 1832, después de que la Jerarquía Eclesial de Santa Fe de Bogotá revisara el expediente en el que los Toneros tanto habían insistido, que se tuvo en cuenta a la parroquia de Tona para la elección gubernamental, tanto por recomendaciones de los vecinos, como por las del alcalde cantonal de Bucaramanga y las del párroco de Floridablanca.

Los pobladores manifestaron que el Estado hizo caso omiso a sus solicitudes de intervención mediante políticas públicas. Tras una intención conservacionista, las normas promovieron formas legales de desplazamiento, yendo esto en contravía de las comunidades y de sus estilos de vida.



Matanza

Por su parte, la independencia municipal de Suratá estuvo atada a su parroquia, y al igual que Tona, surgiría como una tierra de resguardo. Una primera extinción de esta tierra de resguardo surgió de la ganadería y del cultivo de trigo, y luego de que el alcalde mayor de minas otorgara otro pedazo de tierra en el sitio de Cartagua, alrededor del año 1779.

Con el objetivo de tomar el lugar de la parroquia de Santo Ecce Homo de Suratá, en 1873 la comunidad solicitó el permiso para erigir su parroquia en Cácota de Suratá. En conformidad con la división territorial instaurada por la Constitución Nacional de 1886, en 1887 se le otorgó la categoría de municipio y se le añadió lo que hoy se conoce como California. A diferencia de Tona, Suratá encontró menos oposición tanto para su consolidación como para lograr el asentamiento en su territorio original.

Debido a que Suratá se encuentra ubicada entre la alta montaña y el páramo, sus comunidades entienden la importancia del páramo y lo ven como un símbolo ecológico y de unidad. Para ellos, la tranquilidad de este ha generado un escenario propicio para la crianza de varias generaciones de hijos y para la generación de un elemento indispensable para la vida como es el agua.

Como la población reconoce la importancia ambiental que tiene el páramo en sus vidas, las actividades productivas han estado inclinadas hacia lo artesanal, incluida la minería. Esto también se ve reflejado en la ganadería bovina y caprina, en la piscicultura, en los cultivos y socavones artesanales para la extracción del oro, y en otras actividades que hacen parte del paisaje productivo de Suratá.

Por otra parte, la minería empresarial y los grupos armados, además de los desplazamientos que han generado, también han ido en contravía de las prácticas extractivas que tienen en cuenta la conservación del páramo.

En cuanto a Matanza o Matanzú[1], se trató de un municipio cuya arquitectura no estaba relacionada con la de un resguardo, sino que esta era pintoresca y ostentosa. En este, sobresalían los designios de la opulenta comunidad religiosa de la época, y, desde un enfoque patrimonial, la necesidad conservacionista por mantener la arquitectura gótica.

Lo anterior deja entrever que, a diferencia de los otros pueblos, Matanza no tuvo que atravesar una lucha para lograr su independencia y autonomía, sino que los cimientos para su construcción representaron el bastión para su consolidación, con una arquitectura envidiable, una clase beneficiaria y una buena relación con las cabezas religiosas de la época.

1. Municipio que obtuvo su nombre de un cacique llamado Matanzú, quien se opuso al embate de los conquistadores españoles en la región. También, hay quienes creen que el nombre le fue otorgado por lo sucedido en 1785 durante la rebelión indígena, o por una simple tergiversación de la lengua indígena. A pesar de que la toponimia de este pueblo pudo haber tenido en su origen rasgos de la lengua indígena, en la mayoría de casos primó la necesidad de los españoles por establecer su visión de lo que observaban en la región.

El páramo
más lindo del mundo

El proceso de desarrollo en el territorio no solo estuvo relacionado con sus actividades productivas, sino con el arraigo cultural que las comunidades tenían sobre el mismo. En aquellos tiempos, mientras las comunidades hacían lo posible para subsistir y para defender su autonomía, tuvieron que enfrentarse a las condiciones burocráticas impuestas por el Estado y a un conflicto armado que, a la larga, causaría el desplazamiento de pequeñas comunidades campesinas a centros urbanos.

Con la promulgación de un nuevo régimen constitucional, la ley 99 de 1993 se erigió como un nuevo pilar bajo el cual la política de conservación tomaría un nuevo cauce. Gracias al código de recursos no renovables, el cual situaba al medio ambiente como un derecho para toda la comunidad, se pudo establecer que toda decisión en pro de este tuviese preponderancia sobre las demás.

Es por eso que, la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental CORPONOR y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) serían las encargadas de la clasificación de los ecosistemas. Tras esto, Vetas y California se vieron perjudicados, pues, aunque en estos territorios se identificaron actividades productivas significativas, estas no fueron suficientes, implicando una nueva barrera para estas comunidades.

Por otro lado, el debate se centró en la conservación de las condiciones bucólicas del páramo, que, a ojos de expertos y de turistas resultaba ser una maravilla paisajística. Esto influyó sobre los permisos que debían cumplir las actividades extractivas tanto de empresas como del campesinado, que, en su actividad agrícola, acababan con los valores paisajísticos del páramo.

Pero, resulta paradójico que son las mismas comunidades quienes se han encargado de conservar los valores ambientales del páramo, indiferente de los beneficios que este puede representar para ellos y para gran parte de la población santandereana.

La gente
de páramo

Aunque hemos hablado sobre lo que han significado culturalmente las comunidades que han habitado en esta región desde la época precolombina, incluidos los enclaves sociales formados para su acople y lucha contra la modernidad, es preciso tener una idea sobre el punto de vista demográfico que se observa en la actualidad.

En Suratá, se tiene evidencia de una población masculina adulta equivalente al 59.4% y de una femenina del 40.6%. En cuanto a los menores de 18 años, la diferencia resulta notoria, pues el 87,5% corresponde a hombres y el 12,5% a mujeres.

En Vetas, el número de la población resulta más equilibrado. Los adultos hombres representan el 57,1% y las mujeres el 42,9%. Por su parte, los varones menores de 18 años equivalen al 48,4% y las niñas al 51,6%.

En el caso de Charta, el número de la población también es más equilibrado. Los adultos hombres conforman el 56,5% y las mujeres el 43,5%. En relación con los menores de 18 años, estos están repartidos en un 50/50 entre niños y niñas.

Las características poblacionales, además de ser un factor bastante variable, resulta pertinente para comprender la producción que primó en unos y otros casos. Entre mayor sea la concentración de la población masculina, los municipios han solido tener una mayor tendencia a la minería (con un enfoque más artesanal), como en el caso de Vetas, California, y Suratá. Por otra parte, cuando es mayor la presencia de mujeres, esto ha implicado un mayor índice en las actividades hogareñas y agrícolas.

En el caso de que esto trascienda a un debate sobre la preeminencia que tiene un factor u otro sobre la tierra y sus formas de producción, es importante tener en cuenta el arraigo que, desde un punto de vista feudal, ha determinado algunos de los roles laborales en las distintas familias campesinas de la zona.

Debido a que en algunos casos la población es más equilibrada entre hombres y mujeres, en realidad suele verse más inclinada hacia una mayoría masculina. Esto deja entender un mayor provecho de las actividades pesadas, entre estas, la minería, ya sea artesanal o por medio de las grandes compañías dedicadas a actividades extractivas.

Por otra parte, en Colombia existen varias formas de acceso a las tierras. En algunos lugares prima la cultura de adquirir como propiedad privada el lugar de residencia, siendo esta la condición jurídica más representativa frente al entorno donde se habita. Para aquellos que creen que los habitantes de estos municipios son simples intermediarios de tierras de las que buscan beneficiarse gracias al auge de actividades productivas a gran escala, deben tener en cuenta, como en el caso de Suratá, que el índice de ocupación equivale al 66% para las familias residentes, 17% para las no residentes y 17% para aquellas que lo hacen de manera ocasional.

Pero, si el tema no es sobre la ocupación sino sobre la situación jurídica frente al bien, el 83,3% son propietarios y el 5,6% manifiesta estar en proceso de sucesión, hecho que remite a la tenencia de la propiedad por parte de los beneficiarios, y que deja un saldo de un 11,1% como arrendatarios.

La ocupación en Vetas, similar a la de Suratá, cuenta con un 56% para los residentes, un 36% para los residentes ocasionales y un 8% para los no residentes. En cuanto a la propiedad sobre el bien, esta equivale a un 88,9%. También, al desaparecer el arrendamiento, se produce un aumento del 2,8% en las sociedades familiares y del 5,6%. en las sucesiones.

En el caso de California, esta tiene una residencia permanente del 50% y una ocasional del 50%, quedando claro que los habitantes tienen el 100% de propiedad jurídica sobre los predios.

En cuanto a Charta, pese a que la residencia ocasional oscile en un 59%, la permanente en un 33% y la residencia familiar en un 8%, al igual que en California, todas las familias han demostrado ser propietarias de los predios.

De los datos recogidos para Tona, se ha encontrado que sus habitantes residen de manera ocasional y que en la misma proporción son propietarios de los predios.

Más allá de mostrar cifras sobre un estudio desarrollado en la región, con esto buscamos evidenciar que las familias que habitan el páramo lo hacen bajo una estricta legalidad exigida en el régimen jurídico civil feudal. Esto descarta cualquier tipo de apropiación por vía de hecho, por lo que estas familias no son ocupantes ilegales de un territorio, el cual hasta hace poco ha sido declarado como no apto para la residencia.

Tanto en la región como a nivel nacional, ha corrido el rumor de que los propietarios de tierra son sujetos "aventajados", a quienes el páramo poco les importa, y que se aprovechan de la intermediación de sus predios para sacar provecho económico. Aunque las cifras en materia de propiedad puedan indicar lo contrario, la permanencia en la residencia implica que las personas de páramo, al mantenerse en su tierra, tienen un conocimiento y una práctica sobre la importancia del cuidado ambiental.

5. La cultura minera de Santurbán

Una minería singular

Además de constituir un elemento base para la vida de las culturas precolombinas, la minería permitió el intercambio cultural[1] entre Chitareros y otros grupos indígenas -como en el caso de los Muiscas- indistintamente de la zona y de si el propósito obedecía a fines lucrativos o no. En la región de Santurbán, la aparición en el mapa de los pueblos indígenas estuvo estrechamente relacionada con las idas y venidas frente a la minería.

Lo que resulta singular es que tanto en la época colonial como en épocas recientes (como en el caso de la República), las grandes empresas en el territorio de Santurbán encargadas de extraer el oro, por diferentes motivos, tanto exógenos como endógenos, se vieron obligadas a retirarse, dejando a las comunidades como las dueñas del territorio.

Este hecho rompe con la idea de que la minería estuvo determinada de manera única por el empleo de nativos por parte de grandes empresas. Una vez los nativos empezaron a tener reconocimientos y derechos, los filones empezaron a ser extraídos por los conquistadores mediante encomiendas y mano de obra africana.

En tiempos más recientes, en Santurbán, Suratá, Vetas y Charta, los residentes contaban en sus predios con socavones de los cuales extraían y molían de forma rudimentaria distintos metales. Esto daría paso a diferentes asociaciones entre familias propietarias de socavones y a los llamados "compadres". Este tipo de asociación cobraba relevancia cuando dos o más predios se unían para mejorar el alcance de la actividad minera.

1. Este intercambio aún es puesto en tela de juicio por la arqueología.

Crecer

Mazamorriando

Pueblo de galafardos

Otros pueblos que también tuvieron gran importancia en el desarrollo de la región fueron los mazamorreros y galafardos, cuya actividad resultó ser indispensable para el crecimiento de los pequeños pueblos ubicados en Santurbán.

Pablo Pérez menciona que el alcalde mayor de Pamplona para las reales de minas usó, por un lado, el concepto de "minero" para quienes laboraban dentro de las vetas de oro, y, por otro, el de "mazamorreros" para aquellos que con bateas y almocafres cateaban los lechos de los ríos y las quebradas que descienden de los páramos (donde se encontraban ubicadas las minas anteriores).

Al mejor estilo de exconvictos que buscan ganarse la vida, al tiempo que trabajaban mazamorriando, los indígenas y los mestizos se organizaron en cuadrillas. En un principio, obtenían bienes comprados de haciendas vecinas y de su trabajo en sementaras. Pero, estos también se vieron beneficiados por el retiro de las "grandes industrias" extractivas de oro y de plata de la región, las cuales ocupaban grandes partes del territorio, llevando a que se convirtieran en los rebuscadores de la época, al sacar provecho de las idas y venidas de la actividad minera.

En 1622, la actividad de los mazamorreros contribuyó a la fundación de Cácota en Suratá. Este lugar, servirá más tarde como escenario para la reagrupación de grupos indígenas y campesinos.

Por otra parte, los llamados galafardos estuvieron asociados a lo que hoy se conoce como minería ilegal. Luego de que algunos trabajadores dedicaran buena parte de sus vidas al trabajo en una empresa minera, y de que esta cerrara, estos quedaban ante dos opciones: regresar a casa y dedicarse a otro oficio o aprovechar su conocimiento sobre los socavones y tomar por cuenta propia el control de las minas abandonadas y su extracción. Los que se decantaban por la segunda opción fueron conocidos como galafardos.

A lo largo de la historia de la región, fueron muchas las oportunidades para que una persona fuera considerada galafardo. A comienzos del siglo XX, a causa de la Primera Guerra Mundial, las empresas extranjeras empezaron a abandonar el territorio, propiciando un gran brote del galafardeo.

Hoy en día, la preocupación de los habitantes de la zona reside en la delimitación del páramo. De ser cierto el precepto de que toda actividad extractiva debe ser prohibida ipso facto, la cantidad de minas abandonadas abrirían paso a un nuevo auge del galafardeo. Además, es bien conocido que el galafardeo no desaparecerá de la noche a la mañana por el simple hecho de que una ley lo prohíba, pues esta actividad es parte de la historia y de las prácticas antiguas y recientes en Santurbán.

Por otra parte, si se ha tildado de falta de responsabilidad ambiental a las empresas mineras formales, el galafardo jamás ha tomado medidas para mitigar los pasivos ambientales. Con esto, lo que buscamos no es que se ejerza presión de un solo lado, sino que se evite dicha consecuencia en el cuidado del medio ambiente.

Las empresas emblemáticas de la historia minera local

A mediados del siglo XVII, las primeras intenciones empresariales para la extracción de metales en la región de Santurbán surgieron de la aparición de las encomiendas promovidas por el virrey Messía de La Cerda. Estas estuvieron enfocadas en lo que hoy se conoce como el municipio de California, en donde existió una labor más tecnificada para la extracción del oro.

En 1869, mediante la creación de la aldea de California, surgió una nueva intensión por dar protagonismo a la intervención empresarial en la región para la extracción minera. Aun así, la empresa de Robert Stephenson (Inglaterra), la cual daría pie al nacimiento de la Colombian Mining Associatión, se vería afectada por los magro ingresos obtenidos, haciendo de su intento por la minería algo fallido.

A finales del siglo XIX, mediante una exención de 20 años de impuestos por un pago anticipado de los mismos, el gobierno conservador de Rafael Núñez dio vía libre a la Francia Gold and Silver Company, la cual probó suerte en California, en donde tomó parte de la Compañía Minera de Santander y de la Bucaramanga Gold and Silver Ltda. Pese a esto, como ya hemos mencionado, tras el abandono de tierras durante la primera guerra mundial, no solo sus actividades se verían paralizadas, sino que esto la llevaría a su desaparición.

Pero esto no significó el fin de las empresas en la región. La década de los años 30 del siglo XX estuvo marcada por las labores de la Compañía Minera de Vetas, del Sindicato Minero de Colombia y de empresas como la del Volcán. Por hechos como estos, se puede decir que la minería se ha mantenido como un proceso intrínseco en la zona, dominado por un marco neoliberal bajo la tutela de las empresas.

El enfoque de las multinacionales en California significó un paso importante en términos de desarrollo. El Área Metropolitana de Bucaramanga y la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga pusieron su interés sobre este municipio, tanto en un marco policivo como en uno enfocado en infraestructura vial y de servicios. Es por esto que, a diferencia de otros municipios de la región, en California se observa como la minería artesanal sale del radar y se centra la atención en las grandes empresas multinacionales.

Lo importante de conocer desde los tiempos de la colonia la intervención de las empresas en este territorio obedece al reconocimiento de los beneficios que dejan sus actividades, y al hecho de comprender la importancia del papel del Estado. Con esto, o se opta por el desarraigo de las actividades que promueven dichas empresas, o se aprovechan por su robustez fiscal en pro del desarrollo de cualquier región.

Una economía única,
una sociedad diferente

Para el caso de Santurbán, la minería como actividad generadora de empleo promueve un emprendimiento empresarial bastante particular. Esta suele ser ejercida de forma independiente en los predios propios o en asociaciones, ya sean estas de tipo familiar o no. Tanto en la producción propia como en las asociaciones, el componente legal e ilegal entran en juego, por lo que, como ya se ha mostrado, esto trae distintas consecuencias.

Cuando un socavón pertenece a una familia, este implica la creación de un negocio familiar. Frente a esto, se tienen dos caminos: el primero consiste en hacer sociedades con los compadres de los predios vecinos, y el segundo implica permitir la intermediación de las empresas de minería, a las que se les otorgan los terrenos.

Estas prácticas han hecho que emerja una sociedad en donde el estereotipo conservador más tradicional de una familia, en donde la mujer se queda a cargo de la casa mientras el hombre sale a buscar el sustento diario, se diluya en gran medida. Aun así, esta estructura tradicional ha permitido el desarrollo de las actividades de carácter agropecuario, pues significa un mayor ingreso para el núcleo familiar.

Sin embargo, estas han convivido con el tipo de propiedad que se tiene sobre el suelo, algo que se desprende de la certeza que se tiene de la zona en materia de títulos. Por eso, podemos decir que, aunque la actividad principal de esta zona haya sido la minería, no se puede desconocer la importancia de otras actividades.

Los pasivos ambientales

Pese a que la minería ha sido un punto clave para el sustento de Santurbán, esta no ha dejado de traer consecuencias sobre el territorio. En el comienzo de la época colonial la extracción de filones dejó un paisaje deteriorado en el páramo, y la construcción de desagües trajo consigo socavones, zanjas y canales que cambiaron la dinámica de los cuerpos de agua.

Por otra parte, la extracción de metales en los que el oro se encontraba aferrado, como en el caso del mercurio, generó un gran acervo de pasivos ambientales. También, sucesos como la construcción de nuevos carreteables destinados a convertirse en vías, los cuales representaron un cambio en la visión bucólica del paisaje, y en la fundación, consolidación y crecimiento de nuevos cascos urbanos, tuvieron incidencia en el territorio.

Por su parte, el páramo se vio transformado por la construcción de bohíos chitareros dispersos en las partes más altas de la montaña, por excavaciones superficiales que luego se convirtieron en socavones, y por la construcción por parte de pequeñas comunidades de entramados que convergían alrededor de una parroquia.

Cabe mencionar que el daño territorial causado por las malas prácticas en el galafardeo fue mayor que el causado por las empresas, las cuales habían tornado por una dinámica más responsable en el cuidado ambiental.

Los beneficios ambientales
de una historia minera

Luego de acercarnos a algunos de los pasivos ambientales ocasionados por la actividad minera, cabe hacernos la siguiente pregunta: ¿entre menor minería, mayores beneficios para el medio ambiente? Si la respuesta es que la conservación ambiental debe nacer de una dinámica que evite todo tipo de intervención antropocéntrica, se estaría equivocado pues la explotación de los recursos naturales es algo inherente al ser humano para su subsistencia. Además, desde un punto de vista ambiental, la reducción de la actividad minera hasta la fecha no ha representado un mayor beneficio para el medio ambiente.

Pese a que la minería ha generado un sinnúmero de medidas para la mitigación de los pasivos ambientales, se requieren de constantes registros y estudios sobre las dinámicas del territorio. Aunque resulte imposible detener el crecimiento y desarrollo de las sociedades humanas, se puede propender por un desarrollo concertado de las realidades ambientales de un territorio.

En ocasiones, cuando se habla de impactos positivos por la reducción de la minería, esto oculta el desarrollo de mejores tecnologías por parte de empresas mineras para la extracción de diversos materiales en el territorio. Además, esta idea representa una mayor rentabilidad para su actividad, dejando de lado una intención ambientalista desinteresada. Por otro parte, el desarrollo de tecnologías también puede obedecer al cumplimiento de estándares normativos de carácter nacional e internacional -un ejercicio que requiere de un mayor dinamismo por parte del Estado.

Dejando de lado la tendencia tecnocrática, la actividad de mazamorreros y galafardos, desde su ejercicio artesanal (legal o ilegal), tiene en común información vital sobre el funcionamiento y propiedad del territorio como valor ambiental. La comunidad, al conocer la importancia del ecosistema en el que habitan, ha manifestado querer hacer parte del cuidado ambiental a través de sus conocimientos, indiferente de si estos provienen de actividades legales o ilegales.

Lo que queda claro es que los habitantes de Santurbán conocen de palmo a palmo su territorio, como también lo que este puede representar para el resto de la región. Gracias a esto, existe una cultura de apropiación de todo lo que los rodea, y con un elemento en común como es el crecimiento de una actividad como la minería.

Cañada Suratá

Capítulo IV

Los Caminos del agua

Hidrología y justicia ambiental

1. El ciclo hidrológico en Santurbán

El ciclo hidrológico o del agua, en una cuenca o microcuenca, sigue un movimiento secuencial entre la superficie terrestre y la atmosfera, promoviendo un proceso que abarca la evaporación del agua, la condensación (a partir de la formación de nubes), la precipitación y la acumulación o infiltración de las aguas en la tierra (MADS) (Figura 1).

La medición y análisis de las variables del ciclo hidrológico se llevan a cabo en las cuencas hidrográficas. En sentido ambiental, una de las grandes cuencas estratégicas dentro del páramo de Santurbán es la del río Lebrija, conformada, entre otras cuencas o subcuencas, por la subcuenca o cuenca del río Suratá, la cual brinda sus aguas al área metropolitana de Bucaramanga (CDMB, 2012) que, a su vez, recibe las aguas de las microcuencas de los ríos: Vetas, Suratá Alto, Suratá Bajo, Río Charta y Río Tona, ubicados en los municipios de Vetas, California, Suratá, Matanza, Charta, Tona y Bucaramanga (CDMB, 2014).

La cuenca
del río Suratá

Según el Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica (POMCA) (CDMB, 2014), tiene una extensión de 68.461 ha y está localizada entre las cotas de 4.200 m s. n. m., ubicadas en la parte alta de la microcuenca del río Vetas, y entre la cota de 550 m s. n. m., situada cerca de la desembocadura del río Lebrija. Estas diferencias altitudinales permiten que en la cuenca del río Suratá el ciclo hídrico enlace sus componentes y dé paso al tránsito del agua de la siguiente manera:

1. En rangos de menor altitud (entre los 550 y los 1.000 m s. n. m.), las altas temperaturas (mayores a 25 °C) permiten que, por medio de la evapotranspiración, el agua depositada en los diferentes cuerpos de agua, suelos y plantas regrese a la atmosfera.
2. Debido a que a mayor altitud la temperatura desciende, en especial en rangos altitudinales superiores a los 1800 m s. n. m. (Fundación Guayacanal, 2012), el vapor de agua transportado a zonas altas se enfría y condensa.
3. En zonas superiores a los 2.000 m s. n. m. ocurre la precipitación, la cual implica la acumulación e infiltración de agua en forma de escorrentías.
4. Una vez el agua se acumula o infiltra, el ciclo reinicia con el proceso de evaporación del agua acumulada.

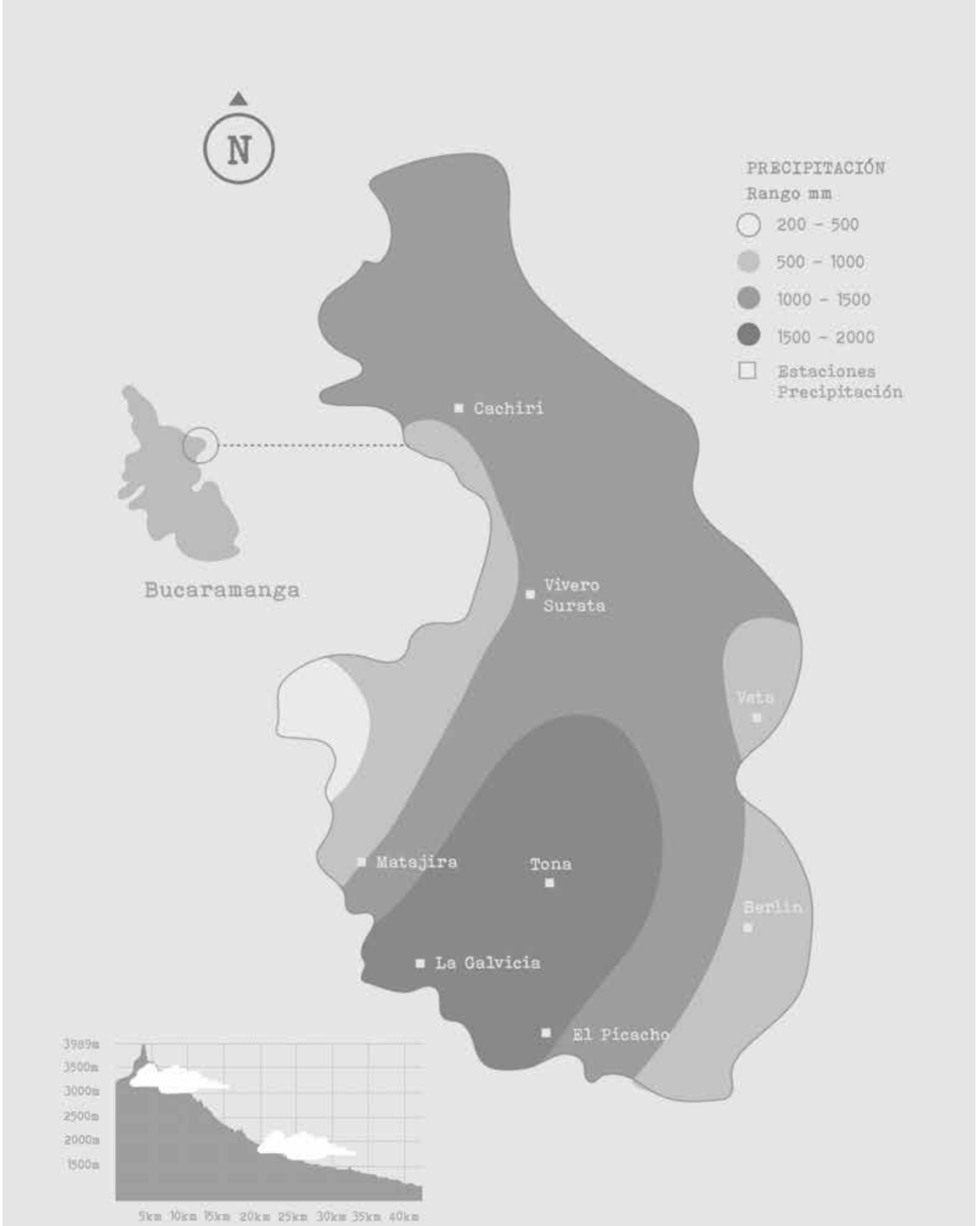
Por otra parte, el viento es un factor primordial para los movimientos ascendentes y descendentes del agua en la cuenca del río Suratá, afectada de manera regional por la zona de confluencia intertropical (ZICT), y de forma local por el sistema montañoso de la cordillera oriental y por el páramo de Santurbán, el cual, gracias a la complejidad de su relieve (formado por valles y montañas), se opone al flujo de los alisios del sureste y condiciona la dirección y velocidad del viento (la cual aumenta a mayor altitud) (Rangel, 2000; Fundación Guayacanal, 2013; IDEAM y UPME, 2017).

El efecto Foehn

El efecto Foehn, el cual consiste en la variación de la temperatura a una misma altura, se presenta en las altas montañas del páramo de Santurbán. Para que este suceda, es necesaria, por un lado, una relación entre el flujo del viento con el relieve por barlovento, la cual genera un proceso de enfriamiento y de condensación (el cual origina nubes y precipitación), y, por otro lado, que el descenso del viento por sotavento produzca un flujo caliente, fuerte y seco (IDEAM y UPME, 2017).

Asimismo, las variaciones locales del viento afectan las circulaciones in situ y los componentes del ciclo hidrológico, como en el caso de la precipitación, en la que se destaca la brisa valle-montaña, la cual, al surgir del calentamiento desigual de las laderas y de los valles en zonas montañosas, promueve los siguientes vientos (IDEAM y UPME, 2017):

1. El viento anabático es una brisa ascendente que circula desde el valle hasta la montaña. Este surge gracias al calentamiento de los valles y de las laderas próximas, en las cuales el flujo asciende hasta la cima y se condensa en nubes similares a cúmulos anabáticos en presencia de humedad (Fundación Guayacanal , 2012)
2. El viento catabático, proveniente de las cimas de la montañas con dirección al valle, y surgido del enfriamiento del suelo, disminuye su temperatura, aumenta su densidad y desciende ladera abajo debido a la gravedad.



Distribución espacial de la precipitación en el páramo de Santurbán y en la zona alta de la cuenca del río Surata.

afloramientos rocosos arrastrados por los glaciares

Esta influencia del viento, entre otras, permite que en la cuenca del río Suratá haya una distribución temporal bimodal de la precipitación, con dos períodos secos y dos períodos húmedos a lo largo del año. Entre los meses secos se encuentran diciembre y marzo en el primer semestre, junio, julio y agosto en el segundo, y, con los valores más bajos, julio y agosto. Por su parte, los periodos lluviosos corresponden a abril y mayo en el primer semestre del año, y a octubre y noviembre en el segundo (Fundación Guayacanal, 2013). Asimismo, la precipitación anual varía entre los 660 y 1200 mm/año en la parte baja de la Subcuenca del río Suratá, y en la zona alta tiene un rango de precipitación de 1.500 – 2.100 mm/año, con promedios de 2065 mm/año (Fundación Guayacanal, 2013; CDMB, 2014).

Según la CDMB (2014), la variación en la evaporación media multianual en la cuenca, la cual tiene lugar entre los 700 mm/año y los 1500 mm/año, presenta una mayor evaporación entre diciembre y marzo, y una menor entre septiembre y noviembre. Asimismo, dado que la evaporación varía de forma inversa a la elevación, a mayor elevación la evaporación será menor, y en presencia de humedad la condensación será mayor. Entre los 1500 y 2000 m s. n. m., la evaporación promedio tiene un aproximado de 1.300 mm/año, entre los 2.000 y 2.500 m s. n. m., uno de 1280 mm/año, y entre los 2.500 y los 3.000 m s. n. m., uno de 1220 mm/año. Por último, entre los 910 y 1.400 mm/año, la evapotranspiración se encuentra en un rango de valores medios anuales (CDMB, 2014).

En cuanto a la precipitación, cuando esta deja de infiltrarse, percolarse, evaporarse y de ser interceptada por las plantas, esta fluye por la superficie de la tierra y forma escorrentías que, a su vez, se distribuyen en drenajes fugaces, intermitentes o permanentes (Ordoñez, 2011), al tiempo que forma las diferentes microcuencas o cuencas hidrográficas. De este modo, tras la unión de varias corrientes de agua de orden uno, se forman microcuencas que conforman la subcuenca del río Suratá. Esta subcuenca, cuyo nacimiento se da en los 3.800 m s. n. m. en el páramo de Monsalve, y con una desembocadura en el río Lebrija en los 550 m s. n. m., se encuentra conformada por las microcuencas de los ríos Charta, Suratá Alto, Suratá Bajo, Tona y Vetas, las cuales configuran el drenaje principal del Río Suratá (CDMB, 2014).

En el ecosistema estratégico del páramo de Santurbán, en alturas superiores a los 3.200 m s. n. m., la distribución de la evaporación resulta uniforme en el sector de Berlín con 1.189 mm/año, mientras que, en alturas menores a los 2.000 m s. n. m., donde existen otros tipos de ecosistema, la evapotranspiración, con 1.300 mm/año, presenta una distribución bimodal. Debido a esto, por un lado, la humedad relativa resulta alta al contar con valores promedios mayores al 85%, y, por otro lado, al tener una distribución temporal de los caudales de tipo bimodal, cuenta con dos períodos húmedos y dos períodos secos a lo largo del año.

El inicio de la primera época seca se sitúa en enero y se extiende hasta marzo, siendo solo hasta febrero en que esta presenta el valor más bajo con un registro de 1.61 m3/s. La segunda época, observable de julio a septiembre, tiene a agosto como el mes más seco con un valor de 1.93 m3/s. En cuanto al primer período húmedo, este comienza en abril y se extiende hasta junio, siendo mayo el periodo con el registro más alto de humedad con un valor de 3.94 m3/s. Por último, el segundo período humedad tiene lugar entre octubre y diciembre, con un alza en el registro durante noviembre con un valor de 3.66 m3/s (Fundación Guayacanal, 2013).

2. Hidrogeología de Santurbán

En las diferentes cuencas la hidrogeología puede establecerse a partir del estudio de las rocas y del ciclo hidrológico, el cual se encuentra integrado por un origen, una formación, una movimiento, una recarga y unas propiedades físicas y químicas (Consorcio Río Garagoa, 2017). En las cuencas de Santurbán, las aguas subterráneas dependen principalmente de las aguas que se infiltran por la precipitación. En su recorrido, estas aguas se desplazan a través de los poros del suelo o de las fisuras de las rocas. Una parte de esta agua queda en los espacios porosos y vuelve a la atmosfera por medio de la evapotranspiración, mientras que la restante sigue su curso para alimentar los acuíferos subterráneos (IDEAM, 2018).

En Santurbán, el hecho de que la infiltración o percolación del agua se produzca a través de las rocas porosas o fracturadas o por medio de materiales sedimentados o colmatados, implica la generación de un flujo de agua que aflora en manantiales, drenajes, quebradas, ríos, humedales, entre otros, y que conforma una recarga de tipo natural -proveniente del agua lluvia o de aquella concentrada en los cauces- (IDEAM, 2018; Minesa, 2019).

La recarga del agua
subterranea

depende de aspectos como el clima, la cobertura, el relieve, los tipos de suelo y los materiales litológicos. En este orden de ideas, la precipitación, la temperatura, la humedad y el viento son factores climáticos de gran importancia, pues la recarga sucede gracias a la cantidad e intensidad de la lluvia, a la evapotranspiración y a la permeabilidad del suelo, la cual, gracias a la proporción y distribución de sus agregados, se relaciona con la textura y estructura (elementos que influyen en la velocidad y dirección del flujo del agua en el suelo) (USDA, 2014; IDEAM, 2018).

En otros aspectos, el páramo de Santurbán se encuentra ubicado en una secuencia deformada de rocas sedimentarias e ígneas del macizo de Santander, con un basamento metamórfico rodeado por la falla de Bucaramanga y por la falla de Santa Marta; por las provincias hidrogeológicas de Catatumbo, Cesar, Ranchería; y por la Cordillera Oriental, la cual es considerada un acuífugo, debido a la presencia de materiales impermeables, los cuales no transportan ni acumulan el agua (IDEAM, 2010). A pesar de que las rocas del páramo de Santurbán tienen un origen sedimentario e igneometamórfico, gracias a las fracturas del sistema o a su porosidad secundaria, estas presentan zonas estructuralmente fracturadas que producen condiciones variadas de almacenamiento y de flujo de aguas subterráneas (Minesa, 2019).

Por una parte, las rocas sedimentarias tienen baja permeabilidad primaria y características hidráulicas similares entre los diferentes materiales litológicos existentes, y, por otra parte, las unidades ígneo-metamórficas se comportan como un basamento cristalino impermeable. De manera local, gracias a la zona de fracturamiento y al flujo de agua subterránea (el cual es lento) dentro de esta unidad, dichas rocas pueden llegar a tener la capacidad de almacenamiento de agua en una extensión limitada y de muy baja productividad. A su vez, las estructuras también pueden contribuir con la recarga rápida y con rutas de flujo preferencial, las cuales se encuentran impulsadas por gradientes de carácter topográfico en zonas localizadas (Minesa, 2019).

Para que las unidades ígneo-metamórficas adquieran propiedades hidráulicas y el potencial para el almacenamiento y flujo de aguas subterráneas (de acuerdo con su grado de fracturamiento), estas deben hallarse en zonas en las cuales el basamento ígneo-metamórfico no se encuentre fracturado, y en lugares donde la conductividad hidráulica sea más baja. A su vez, al ser unidades de roca con bajos niveles de fracturamiento, y al tener comportamientos de acuitardos (Minesa, 2019), estas logran reducirse al tiempo que la profundidad aumenta.

En Santurbán, el mayor grado de fracturamiento a nivel local se da en una serie de fallas principales (Falla La Baja, Falla La Rosa) que condicionan el lecho de la quebrada La Baja. Estas fallas, que en algunos casos presentan bajas permeabilidades producto de distintos movimientos estructurales, los cuales ocasionan un fracturamiento más intenso, han hecho de esta una zona más permeable.

Esta zona, definida por un sistema de fallas de baja permeabilidad, al ser observada en dirección al páramo, muestra un grado de fracturación que disminuye tanto en longitud como en apertura cuando la intensidad de fracturas disminuye con la profundidad. De esta forma, se produce un flujo subterráneo local e intermedio desde las zonas de recarga de aguas (ubicadas en las partes topográficas más altas) hacia la zona de descarga (asociada al curso de las quebradas). Por esta razón, las fallas anteriormente descritas actúan como barreras ante el movimiento de las aguas (Minesa, 2019).

En cuanto a la mayor parte de la recarga de aguas subterráneas en las zonas fracturadas, esta, siendo más intensa en las zonas altas, se da gracias a la precipitación. El flujo de las aguas subterráneas ocurre a partir de dos niveles principales: un sistema de flujo local, situado a menores profundidades y con vertimiento en quebradas menores, y un sistema de flujo intermedio, el cual migra a profundidades más altas y descarga sus aguas en las quebradas más importantes, como en el caso de la Baja, el río Vetas y el río Suratá. Los flujos locales, los cuales suelen estar condicionados por la topografía, se recargan y descargan en la misma sub-cuenca, mientras que los flujos intermedios, que pueden recargarse en las partes más altas de la cuenca, descargan sus aguas en una sub-cuenca distinta (Minesa, 2019).

En otras palabras, pese a que el macizo de Santurbán se encuentra conformado por rocas sedimentarias con baja permeabilidad e ígneo metamórficas, y a que se comporta como un basamento cristalino impermeable, existen fracturas a nivel local que permiten un almacenamiento limitado y de baja productividad, como sucede con el flujo de las aguas subterráneas. Esta situación, entre otros aspectos, depende del tamaño de la zona de fracturamiento, pues esta ocasiona que en sectores focalizados la recarga: no sea tan lenta, aumente su velocidad y adquiera propiedades hidráulicas para su almacenamiento y movilidad. Sin embargo, si no existe fracturamiento, el comportamiento seguirá siendo de acuitardo.

Santu, Pol

En cuanto a la recarga en la zona fracturada, esta sucede principalmente por la precipitación, que es mayor en las zonas más altas, y permite observar cómo el flujo de las aguas subterráneas es transportado por un flujo local, el cual ocurre a menores profundidades y con descarga en quebradas menores. En relación con el sistema de flujo intermedio, este migra a profundidades más altas, al tiempo que descarga sus aguas en las quebradas más importantes, como la Baja, el río Vetas y el río Suratá, las cuales tienen en común: depender del relieve, de sus pendientes, de la altitud, y tener el descargue de sus aguas en diferentes subcuencas (Minesa, 2019).

3. Áreas productoras

De agua

y ecosistemas estratégicos

Los ecosistemas, entre otros aspectos, son los encargados de mantener el equilibrio ecológico que garantiza la regulación del clima (Márquez, 2003). Para esto es importante saber que las interrelaciones entre plantas, atmosfera, suelo y agua en un ecosistema de páramo o de bosques son piezas claves para entender cómo el clima influye sobre los componentes del ciclo del agua.

Autores como Gerten et al. (2004), Mao et al. (2013), Asbjornsen et al. (2011) y Wei et al. (2011), citados por Valencia-Leguizamón & Tobón (2017), afirman que existe una conectividad hidrológica en los flujos de los ecosistemas, surgida de la relación entre la vegetación y el ciclo del agua. Esta permite una regulación recíproca entre la vegetación y los procesos hidrológicos, los cuales determinan las funciones y servicios ecosistémicos. Esta situación, presente en los ecosistemas de alta montaña del páramo de Santurbán, se convierte en un aporte más en la regulación del ciclo hidrológico y en su balance hídrico.

A su vez, la estructura y la dinámica de la vegetación de los ecosistemas, en tanto regulaciones del ciclo hidrológico, influyen en sus diferentes componentes, pues inciden, al encargarse de su retorno a la atmosfera, en la circulación del agua, a través de la evaporación de sus flujos o de la transpiración, y al permitir la infiltración de la precipitación luego de haber alimentado los flujos subterráneos o superficiales (en ciertas ocasiones) (Eagleson, 2002).

Pese a la alta radiación en distintas altitudes y latitudes (Buytaert, Célleri, De Bièvre & Cisneros, 2006), el predominio de pajonales y arbustos implica una baja evaporación; por otra parte, a raíz de la existencia de un excedente considerable de agua que alimenta los ríos que descienden por el páramo, el predominio de estos conlleva a una baja evapotranspiración. Por esto mismo, resulta improbable que el predominio de pajonales y de pequeños arbustos tenga un impacto mayor en la regulación del agua (MAVDT - IAvH, 2010).

La vegetación predominante de páramo (representada principalmente por arbustales y herbazales), al contar con gran oferta hídrica, alta condensación o neblina, y altas humedades relativas, determina las condiciones de rendimiento y de regulación hídrica. Durante el día, el vapor de agua, transportado por el viento desde las partes bajas hasta las altas, incrementa la humedad relativa en los páramos y bosques, y permite la condensación y formación de niebla y de nubes bajas (Cardenas & Tobón, 2017). La lluvia horizontal, generada por la niebla y el rocío, añade agua al sistema hidrológico, "especialmente donde hay la presencia de bosquetes de especies arbustivas como Polylepis" (Buytaert et. al, 2006, pág. 6). Por esto mismo, "los ríos provenientes de los páramos tienen un flujo base sostenido como un resultado de la elevada capacidad de regulación del agua del páramo" (Buytaert et. al, 2006, pág. 1).

Algunos atributos de la vegetación de los ecosistemas de bosque y de páramo, como el tamaño, el área foliar, la distribución de las hojas y raíces, la cobertura, el tipo de follaje, entre otros, permiten definir tanto la cantidad de agua que estos requieren del suelo y aquella que regresan a la atmosfera (por medio de la transpiración), como también la capacidad para tener influencia sobre la infiltración, pues direccionan los excesos hídricos hacia aguas subterráneas, regulando los caudales de los drenajes. Además, la vegetación de los ecosistemas tiene un efecto sobre la precipitación, pues esta se ve afectada por los intercambios de humedad y de energía dirigidos a la atmosfera, los cuales dependen de la cobertura, al tiempo que presentan un alcance a niveles locales, regionales o incluso continentales (Laterra & Paruelo, 2010).

En cuanto a los bosques y los páramos, estos son considerados ecosistemas estratégicos debido a la prestación de servicios ecosistémicos, en especial en relación con la regulación del ciclo hidrológico (permitiendo comprender al bosque y al páramo como ecosistemas productores de agua) (MAVDT - IAvH, 2010), pues sustentan el suministro de agua a las poblaciones para el ejercicio de sus diferentes actividades (MADS, 2020). Por esta razón, el estudio de páramo por parte de la CDMB define al páramo de Santurbán como la "Unidad Biogeográfica de Santurbán", con el objetivo de integrar la relación de la vegetación de los ecosistemas de páramo y de bosques en tanto "reserva estratégica para la conservación del agua dulce" (CDMB, 2012, pág. 15).

En el estudio elaborado por la Fundación Guayacanal en la vertiente santandereana del Macizo de Santurbán, en una franja ubicada entre los 2.800 m s. n. m. y los 4.200 m s. n. m. (Fundación Guayacanal, 2013), fueron identificadas coberturas relacionadas con bosques, pastos, cultivos, pajonales, matrorrales, rastrojos, áreas mineras e infraestructura. Estas coberturas, naturales y seminaturales, obtuvieron la siguiente representatividad: los pajonales equivalen al 53%, los matorrales al 14%, los rastrojos o vegetación secundaria y los bosques naturales al 16%, los territorios agrícolas representados por pastos y cultivos al 6%, y otras coberturas como la minería, la infraestructura, entre otras, al 4%. Aunque este estudio manifiesta que las comunidades vegetales tienen una dinámica exclusiva con determinadas características del gradiente altitudinal, los procesos de alteración existentes, especialmente sobre los 3.100 m s. n. m., tienen una incidencia en las coberturas respecto de la pérdida de los bosques andinos y altoandinos, y en la promoción de arbustos y matorrales, los cuales favorecen los efectos de la paramización y de la alteración, dada la presencia de centros poblados, de infraestructura y de actividades económicas en la franja ubicada entre los 2.800 m s. n. m. y los 3.300 m s. n. m.

En un estudio realizado por el IAVH sobre los aportes de la delimitación de páramo, la alta representatividad de coberturas se encuentra relacionada con la vegetación herbácea y arbustiva. Dicha vegetación, a raíz de los grados de transformación o de reemplazo de coberturas originales (surgidos de las diferentes actividades económicas, como la agropecuaria, la cual ocupa más del 12% del área) (Sarmiento & Ungar, 2014), se encuentra asociada a la vegetación de páramo en más del 40% del área de jurisdicción y a los bosques en un 6%.

Por su parte, las coberturas presentes en el páramo de Santurbán otorgan una valoración ecológica entendible en términos de provisión, regulación, soporte y cultura (MEA, 2005; MADS, 2012). El páramo de Santurbán, pese a su transformación asociada a coberturas naturales, aún presenta más del 40% de coberturas herbazales o pajonales asociadas al páramo. Aun así, aunque esto le permite ser un ecosistema regulador del recurso hídrico, la poca representatividad de la cobertura de bosque natural es un indicador de pérdida de dicha cobertura y de afectación en la regulación del agua, pues la escorrentía, el almacenamiento de agua, el flujo y recarga de acuiferos, entre otros factores, se ven afectados.

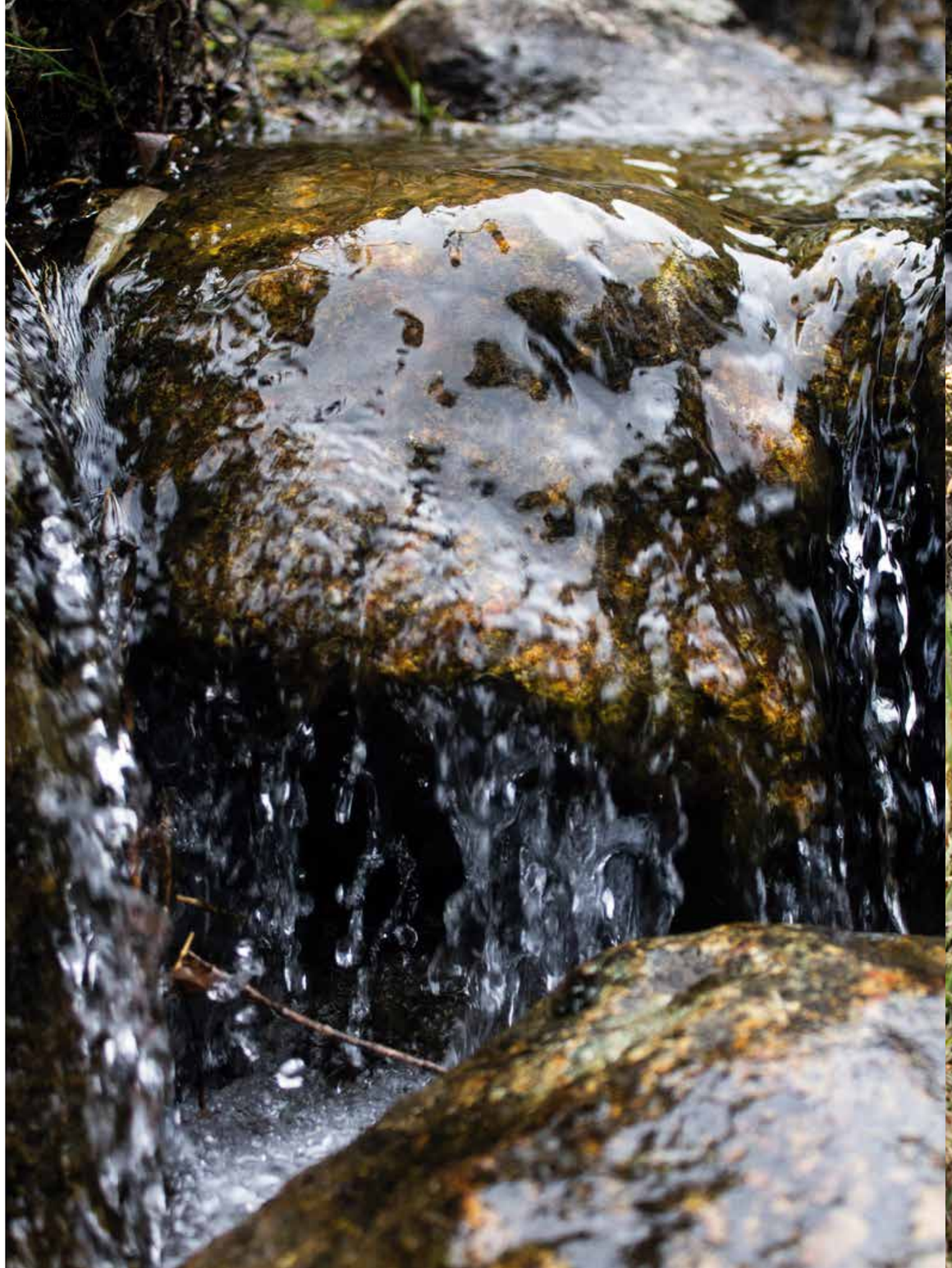
Las coberturas boscosas, definidas como "la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros" (IDEAM, 2010, pag. 39), utilizan grandes cantidades de agua para sus funciones ecológicas. Cuentan con una mayor capacidad de captación de aguas lluvias gracias a sus amplios doseles, los cuales les permiten aumentar la transpiración, reducir los volúmenes de las aguas subterráneas infiltradas, y disminuir los caudales de los drenajes debido a la escasez de escorrentías. De esta forma, la perdida de la cobertura boscosa, y su disminución parcial o sustitución por otro tipo de cobertura, influyen sobre el ciclo hidrológico en tanto

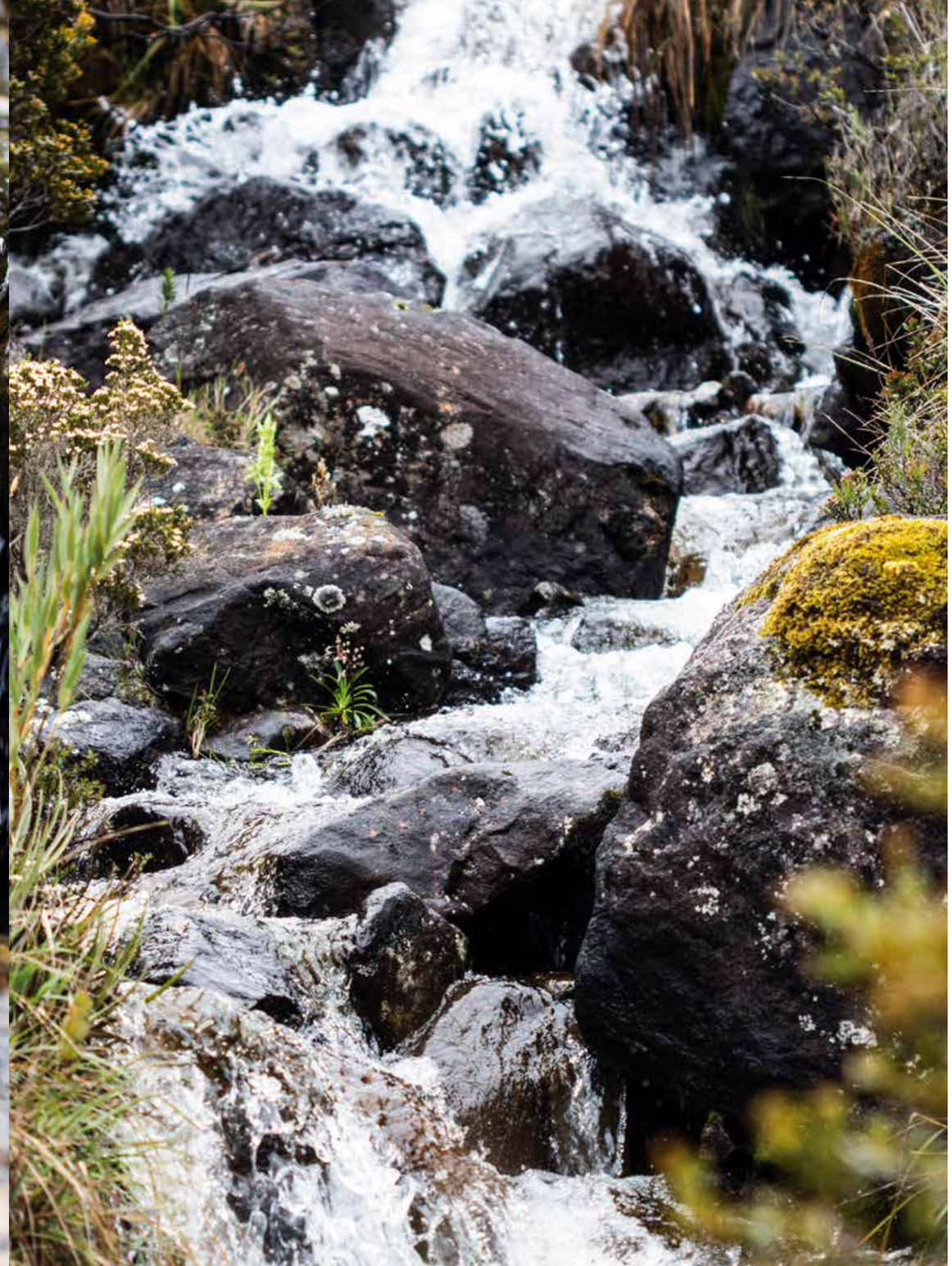
cambian los regímenes de caudales aguas abajo, aumentan la evaporación, modifican los ciclos e intensidades de precipitación, disminuyen la calidad del agua, producen agua, controlan la erosión, mantienen la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (y sus usos sostenibles) (Hamilton, 2009), entre otros aspectos.

Agudelo, Mora, Perard & Jut (2012) identificaron que la precipitación horizontal en la cobertura vegetal boscosa multiestratificada, traducible como neblina o pequeñas gotas condensadas, tuvo aportes importantes en el total de la precipitación, incluso por encima de los aportes de la precipitación vertical. A su vez, la perdida de la cobertura boscosa implica déficits hídricos aguas abajo, y un cambio en las tazas de evaporación y de condensación, afectando la disponibilidad del agua. De esta manera, los cambios en la cobertura influyen en los de la precipitación, y los de esta lo hacen en la variabilidad de las coberturas vegetales leñosas.

Tanto en bosques húmedos tropicales, como en los ecosistemas de páramo, la precipitación horizontal, al tiempo que aumenta mientras la precipitación vertical disminuye, aporta valores considerables al total de la precipitación. También, en el ecosistema de páramo, la variabilidad de la precipitación y de la evapotranspiración resultan inestables y pueden estar determinadas por la velocidad y dirección del viento, por un relieve con fuertes pendientes, y por la altitud y latitud (MAVDT - IAvH, 2010).

Aunque dichos ecosistemas son considerados estratégicos en la prestación del recurso hídrico, desde el punto de vista hidrológico no existen clasificaciones que los incluyan, pues los estudios hidrológicos utilizan como medida de control la cuenca, la cual incluye todas las aguas que se vierten desde su nacimiento hasta la desembocadura, omitiendo la relación del agua con los diferentes ecosistemas, y con los distintos aportes a la precipitación y evapotranspiración e infiltración, relacionados con el comportamiento de esta en la alta montaña y en el páramo. Pese a la escasa investigación sobre el ciclo hidrológico en los ecosistemas de páramo y bosque, varios autores han descrito la capacidad de regulación hídrica de estos en relación con los beneficios de sus servicios ecosistémicos, entre los que se destaca el abastecimiento de agua potable (MAVDT - IAvH, 2010).





Fuente de agua dulce

4. Áreas
Consumidoras

¿ A quién beneficia el agua de Santurbán?

De acuerdo con Sarmiento, Cadena, Sarmiento, Zapata & León (2013), el complejo de páramos Jurisdicciones-Santurbán-Berlín (CJSB) cuenta con 142.608 ha., de las que 82.664 ha se encuentran en el complejo de Santurbán (Morales, Otero, Van der Hammen, Torres, Cadena, Pedraza, Cárdenas, 2007). El agua proveniente de esta estrella fluvial, la cual provee de servicios ecosistémicos a 30 municipios ubicados entre los departamentos de Santander y de Norte de Santander, es empleada para el abastecimiento de más de 2.200.000 habitantes radicados en los municipios de Cúcuta, El Zulia, Ábrego, Ocaña, Arboledas, Cáchira, Cácota, Chitagá, Cucutilla, La Esperanza, Labateca, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita, Salazar, Silos, Villa Caro, California, Charta, Suratá, Tona, Vetas, y centros urbanos del área metropolitana de Bucaramanga como son Girón, Piedecuesta, Floridablanca y Bucaramanga (CDMB, 2020).

El agua procedente de Santurbán es empleada para diferentes actividades socioeconómicas como la minería, el desarrollo agropecuario, la provisión de agua (para los centros urbanos, centros poblados y zona rural dispersa), la generación de energía eléctrica y de procesos agroindustriales (Fundación Guayacanal, 2012; Sarmiento & Ungar, 2014). Entre estas actividades de mayor demanda o más relevantes se encuentra la provisión a los centros de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona; las actividades agropecuarias del distrito de riego del Zulia; y la captación de agua para la termoeléctrica Tasajero en el municipio de San Cayetano (Sarmiento & Ungar, 2014).

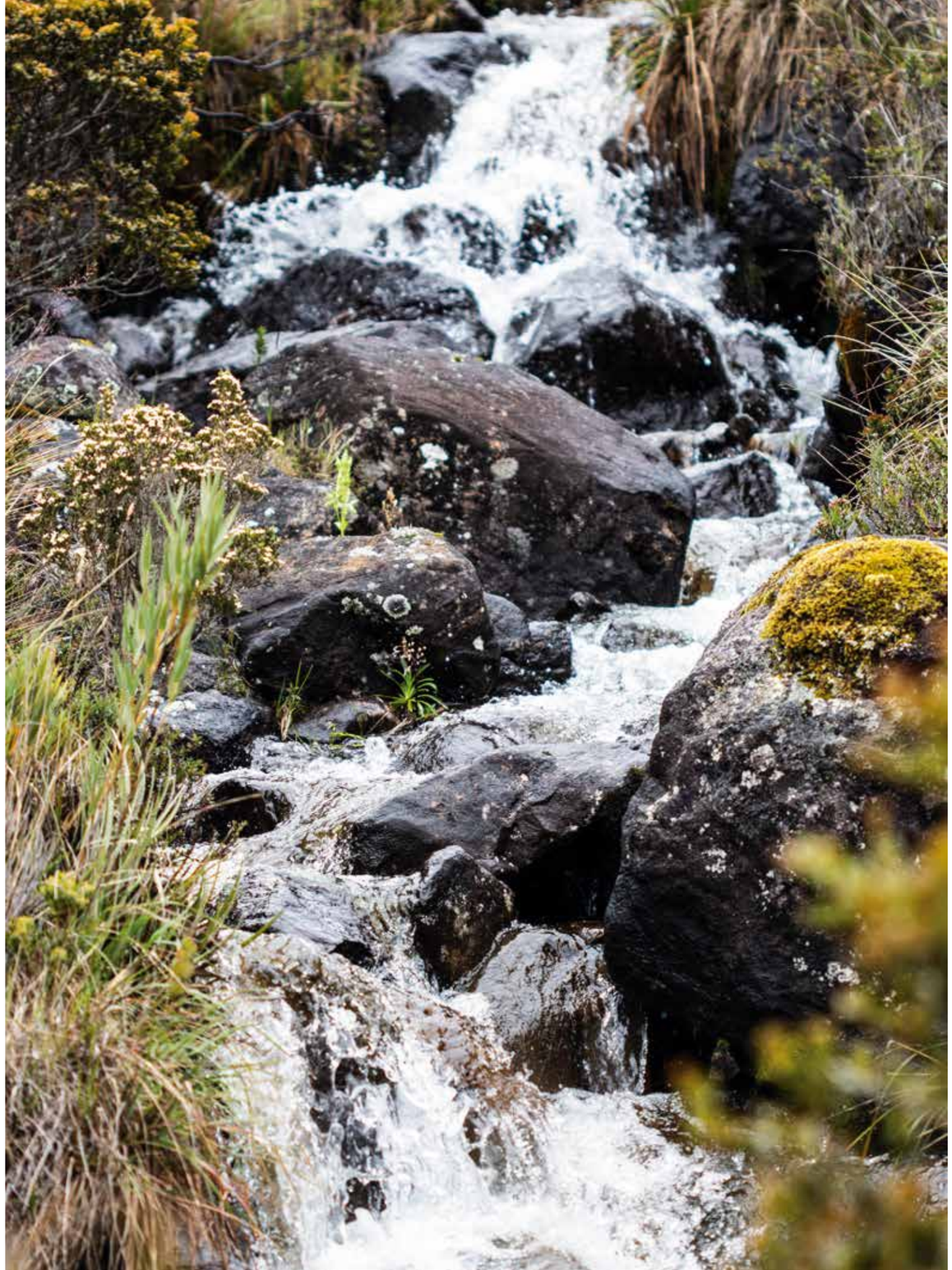
En cuanto al Complejo de Páramo Santurbán – Berlin, este comprende 7 subzonas hidrógraficas ubicadas en 3 zonas hidrográficas (Vargas & García, 2013). Estas zonas estan conformadas por la cuenca del río Catatumbo, la cual acoge los rios el Algodonal, el Nuevo Presidente – Tres Bocas, el Pamplonita, el Tarra, el Zulia, el chitaga; la cuenca del río Arauca (Orinoco) que comprende al río Chitaga; y el medio Magdalena, en el que se encuentra el río Lebrija. Estas subzonas hidrográficas, situadas en tres departamentos como son Cesar (6 municipios), Norte de Santander (40 municipios) y Santander (20 municipios), suman un total de 66 municipios con influencia directa o indirecta de las aguas de las cuencas del complejo paramuno (IGAC, 2011; Sarmiento & Ungar, 2014).

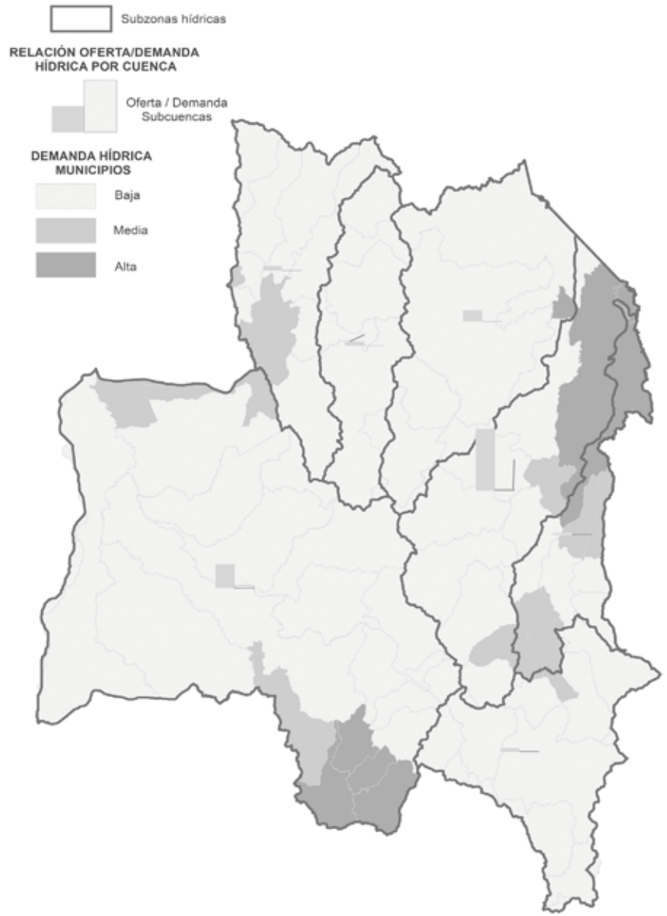
De acuerdo con el área de influencia de las 7 subzonas hidrográficas, definidas por Sarmiento & Ungar (2014), un analisis integral de estas debe realizarse en conformidad con el estudio nacional del agua (IDEAM, 2018), en el que se observa que la mayor demanda tiene lugar en el río Lebrija con 875,43 Mm3/año.

Subzona	Oferta (Mm/Año)	Demanda (Mm/Año)
Río Algodonal	1.907,8	98,28
Río Chitagá	1.430,6	99,74
Río Lebrija	9.621,0	875,43
Río Nuevo Presidente - Tres Bocas	4.577,8	49,71
Río Pamplonita	662,5	258,90
Río Tarra	1.573,7	14,50
Río Zulia	2.475,8	535,19

Por su parte, es posible observar la distribución de la creciente demanda de la cuenca alta del río Lebrija, de la parte baja de la cuenca del río Zulia, y del resto de zonas y de cuencas con demanda media y baja.

El estudio de Evaluación Regional del Agua (ERA) de la Cuenca Alto Lebrija ratifica que la mayor demanda de agua en la cuenca del río Lebrija (con 270,71 Mm3/año) corresponde a la Cuenca Alta del Lebrija, la cual aporta sus aguas al área metropolitana de Bucaramanga. Esto demuestra la existencia de altos niveles de presión en relación con la demanda y la oferta disponibles, al tiempo que permite entender por qué las captaciones proveedoras de agua al área metropolitana de Bucaramanga (CDMB, 2019) fueron destinadas en 2010 para diferentes actividades (IDEAM, 2010): en Bucaramanga con 37.79 Mm3/año, en Girón con 8.70 Mm3/año, en Floridablanca con 17.37 Mm3/año y en Piedecuesta con 6,73 Mm3/año.




Subzonas hídricas
RELACIÓN OFERTA/DEMANDA HÍDRICA POR CUENCA
Oferta / Demanda Subcuencas
DEMANDA HÍDRICA MUNICIPIOS
Baja
Media
Alta

Por otra parte, el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) cuenta con cuatro plantas de tratamiento de agua potable (AMB, 2017) como son: i) La Planta de Bosconia, la cual se abastece del río Suratá, es de tipo convencional y tiene capacidad para 2000 L/s, ii) La planta La Flora, que toma sus aguas del río Tona, y abastece a las redes Norte, Oriente y Sur del sistema de distribución, iii) La planta de Morrorico, que tiene como proveedor al río Tona, es del tipo convencional y tiene capacidad para 400 L/s, iv) La Planta Floridablanca, la cual aprovecha el caudal total del Río Frío.

Además de esto, debido a que las fuentes que suministran el agua potable a Bucaramanga siguen siendo utilizadas en su máxima capacidad, el Proyecto Río Suratá, el cual "aumentará la capacidad de producción mínima confiable del sistema, completando una capacidad total de producción de 3840 L/s, que servirán para atender la población del Área Metropolitana" (AMB, 2017), aún se encuentra en obra.

Otra cuenca que presenta una alta demanda en su zona baja (Figura 12) es la subzona hidrográfica del río Zulia, con una demanda de 535,19 Mm3/año. Esta subzona es la segunda con más demanda, pues abastece a gran parte del área metropolitana de Cúcuta, correspondiente a los municipios de San José de Cúcuta, Los Patios, Puerto Santander, San Cayetano, Villa del Rosario (IDEAM, 2018). Por otra parte, en la cuenca alta del río Zulia existe una gran demanda de actividades productivas agrícolas, con distritos de riegos como el de Asozulia (con 1.400 asociados) y con una concesión de agua de 14 m3/s. Por último, en cuanto a la central de Termotasajero (Sarmiento & Ungar, 2014), esta presenta una alta demanda de agua para la generación de energía eléctrica.

En cuanto a la subzona hidrográfica del río Pamplonita, esta abarca el 65% de la población del departamento de Norte de Santander, el cual acoge 10 municipios en los que las actividades con mayor demanda de agua son la agricultura, la industria y la ganadería. Además de esto, también se surten los acueductos de Pamplona, Pamplonita, Los Patios, Chinácota, Ragonvalia y algunas veredas de Cúcuta, Pamplonita, Los Patios y Bochalema (Sarmiento & Ungar, 2014)

Mientras que en los municipios de la zona Alta del Páramo de Santurbán las actividades agropecuarias son las predominantes, en los municipios de California y de Vetas la minería es una de las actividades preponderantes para el sustento general (Fundación Guayacanal, 2013). Por otra parte, algunos informes dictaminan que la minería emplea gran cantidad de agua, como se especifica en el informe de la contraloría en el que se señala que son requeridos 1060 litros de agua para la extracción de un gramo de oro, o, como señalan otros autores, "se requieren de 530 a 1060 litros de agua por gramo de oro, esto teniendo en cuenta que el agua en cuestión está involucrada en la demanda de uso de los proyectos, mas no la empleada para aprovechamiento y/o el agua contaminada por los procesos" (Cañon & Mojica, 2017, pág. 113).

Por último, las aguas empleadas en el Área Metropolitana de Bucaramanga son destinadas al sistema de alcantarillado, el cual es manejado por la Empresa Pública de Alcantarillado E.S.P. (EMPAS), que tiene tres tipos de sistemas: sanitario, pluvial y combinado, siendo el combinado el de mayor porcentaje. A su vez, también se cuenta con treinta y tres vertimientos de aguas residuales y con una planta de tratamiento en San Juan de Girón – PTAR de Río Frío –, la cual trata las aguas de Floridablanca y de la zona sur de Bucaramanga, para luego verterlas en las corrientes hídricas de Río Frío, La Iglesia, Río de Oro y Suratá (EMPAS, 2007). Finalmente, en el 2019, se aprobó el nuevo plan de saneamiento y vertimientos 2019-2028 que, entre otras cosas, propone la ampliación de la PTAR Río Frío y la optimización de la red sanitaria de alcantarillado (CDMB, 2019).

5. Las Necesidades del agua

En principio, los ecosistemas y sus servicios se han visto afectados por diferentes acciones de tipo natural como los vendavales, las sequías, las lluvias, entre otras; o de tipo antropogénico como la ampliación de la frontera agropecuaria, los usos inadecuados de los suelos, la deforestación, el uso de agroquímicos y de tecnologías no limpias en la agricultura, el exceso de mecanización, las actividades mineras, la utilización de especies exóticas, entre otras (MADS, 2020).

Además de la influencia de las acciones antropogénicas en la regulación del ciclo hidrológico, el agua también hace parte de un ciclo o sistema cerrado global, regulado por factores como la vegetación, el relieve, los vientos, entre otros, los cuales intervienen en componentes como la precipitación, la evaporación y la condensación. En la actualidad, la variabilidad climática y el cambio global afectan dicho ciclo, tanto por el aumento en la temperatura como por los cambios en la precipitación, ya sea a nivel local o regional (Stocker, Qin, Plattner, Tignor, Allen, Boschung, Midgley, 2013).

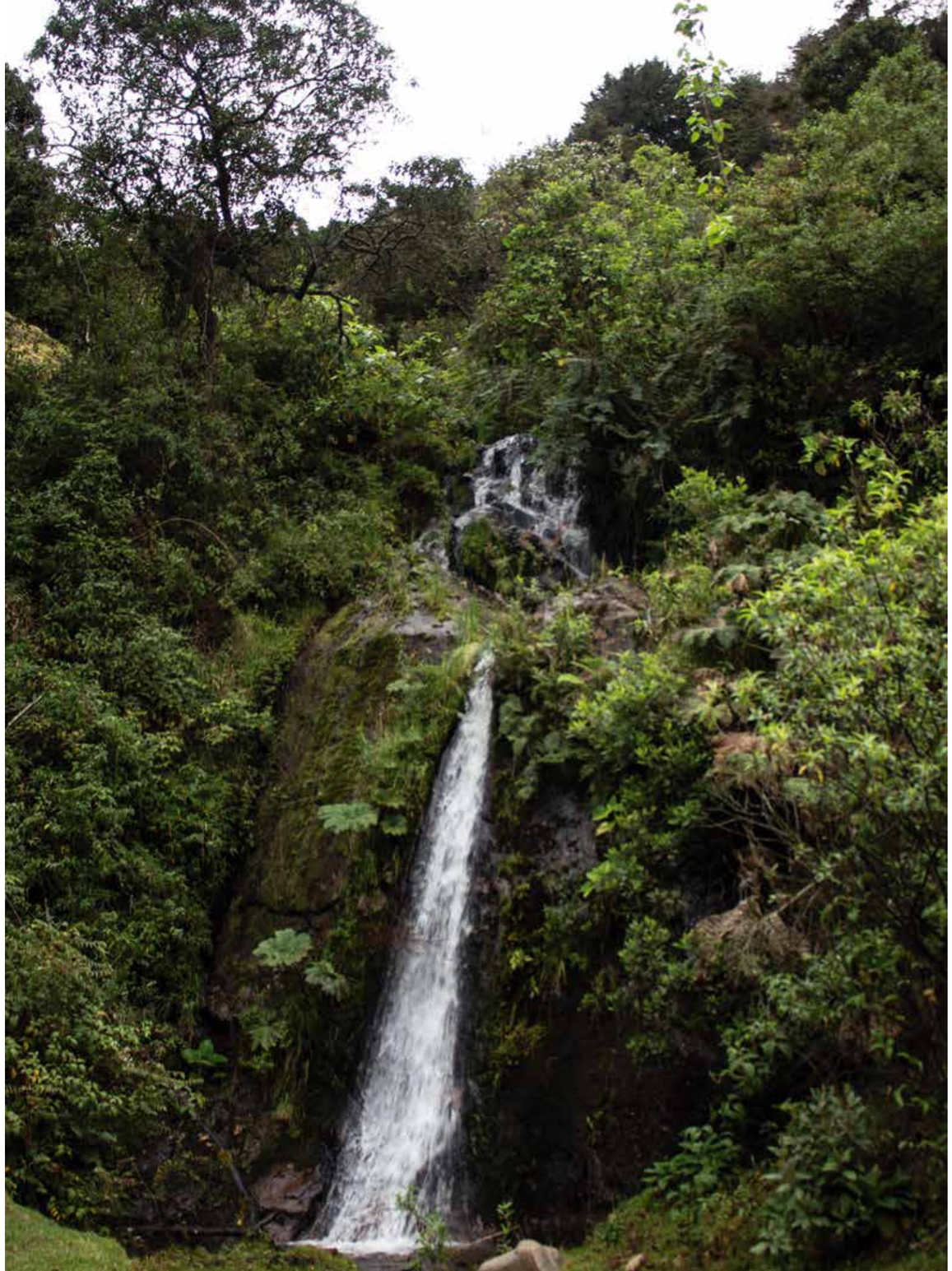
La relación entre el clima y la prestación de servicios de los ecosistemas, al tener la propiedad de aumentar o de disminuir la capacidad de los ecosistemas para la provisión de sus servicios, ayuda a que la afectación o intervención de los ecosistemas repercuta sobre los efectos de la variabilidad y del cambio climático, en cuanto al desarrollo de las comunidades, y en relación con el aumento y disminución de su capacidad frente a los fenómenos del cambio climático y de la variabilidad climática (DNP, 2012).

Debido a que las acciones en el territorio, además de incidir sobre las relaciones entre el clima y la prestación de los servicios ecosistémicos, también afectan las variables socioeconómicas de la población, es necesario generar procesos de adaptación a dichos cambios (suscritos dentro de la relación clima, ecosistemas y población) que contribuyan a nivel local al mejoramiento de los ecosistemas y de los beneficios prestados a la población, para de este modo promover una reciprocidad entre los elementos de dicha relación (DNP, 2012) (Figura 13).

Como se puede observar en la Figura 13, la red de relaciones entre el clima, los ecosistemas y las actividades socioeconómicas de la población implica que cualquier acción que suceda en alguno de estos componentes afecta la cadena de relaciones existentes. Es así como un cambio en las variables del clima supone una afectación en los ecosistemas y en su prestación de servicios, como en el caso de la regulación hídrica, que impacta en las actividades sociales y económicas de la población (la cual deja de percibir dichos bienes) como son: la disminución de provisión de alimentos, los cambios en los ciclos de precipitación, el aumento de sequias e inundaciones, entre otros factores. Por último, esto se puede entender como consecuencia de la variación del clima, la cual altera la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, e implica una modificación en la prestación de sus bienes y servicios a la población (MADS, 2018).

En la figura 13 también es posible observar cómo una acción humana en relación con los ecosistemas se puede ver reflejada en el impacto del clima en cualquiera de las escalas, ya sea a nivel local o regional. Esto radica en la importancia que tienen los ecosistemas en la regulación del clima y del ciclo hidrológico, debido a la captura del carbono, de gases de efecto invernadero (GEI) y a la incidencia de la estructura de los ecosistemas sobre las variables atmosféricas que determinan el clima global (MADS, 2018).

En este orden de ideas, debido a que los ecosistemas, y entre ellos, los asociados al agua (bosques, páramos, humedales, etc.), han sufrido procesos de transformación o de degradación por causas diversas, la prestación de sus servicios ecosistémicos, como en el caso de la provisión de agua, se ha visto disminuida. Por esto mismo, es necesario buscar estrategias que mejoren los ecosistemas asociados al agua (que impliquen conservación o manejo), por medio de beneficios asociados a la prestación de sus servicios, como pueden ser acciones de restauración asociadas a la rivera de los ríos, o de recuperación de terrenos erodados, entre otras (MADS, 2020). Pero, en el caso de los páramos, estos no son solamente ecosistemas, sino también territorios sociales y culturalmente construidos, pensados, interpretados y habitados desde hace varios siglos (Rivera & Rodríguez, 2011).



Referencias

Bibliografia, citas, web.

*** Agudelo, N., Mora, J., Perard, S., & Jut, J. (2012).** Extensión del Bosque Nublado y su Contribución de la Lluvia Horizontal a la Precipitación Total en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. Ceiba, 53(2), 109-123.
*** AMB. (2017).** Gestión integral del agua. Obtenido de Plantas de tratamiento: http://www.amb.com.co:8081/wp_gestionagua/2017/11/02/plantas-de-tratamiento
*** Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., & Cisneros, F. (2006).** Hidrología del páramo andino: propiedaes, importancia y vulnerabilidad. Cuenca.
*** Callejas, N. (2015).** Manejo Ambiental Sostenible para el Ecosistema de Páramo: Caso Páramo de Santurbán. En Unilibre, 4to Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas, Administrativas y Contables - Sociedad y Desarrollo. Bogotá.
*** Cañon, D. & Mojica, Y. (2017).** El oro o el agua, el caso del páramo de santurbán. Revista Questionar, , 5 (1), 105-119.
*** Cardenas, M. & Tobón, C. (2017).** Recuperación del funcionamiento hidrológico de ecosistemas de páramo en colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 20 (2), 403-412.
*** CDMB. (2012).** Estudio páramo de Santurbán. Bucaramanga: CDMB.
*** CDMB. (2014).** POMCA río Suratá. Bucaramanga.
*** CDMB. (2019).** Evaluación Regional del Agua (ERA) de la Cuenca Alto Lebrija. Bucaramanga: CDMB.
*** CDMB. (2019).** Resolución 666.
*** CDMB. (2020).** Páramo de Santurbán. Obtenido de http://www.cdmb.gov.co/web/sitios-de-interes-ambiental/parque-naturales-regionales/paramo-de-santurban
*** Ceccon, E. (2013).** Restauración en bosques trópicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. México: Ediciones Díaz de Santos/ UNAM.
*** Consorcio Río Garagoa. (2017).** Fase de Diagnóstico - Hidrogeología. En C. R. Garagoa, ajuste (actualización) del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río garagoa – SZH 3507 (pág. 118).
*** DNP. (2012).** Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: Marco Conceptual y Lineamientos. Bogotá.
*** Eagleson, P. (2002).** Ecohydrology: Darwinian expression of vegetation form and function. Cambridge: Cambridge University Press.
*** EMPAS. (2007).** PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS PSMV (2008-2017) . Bucaramanga.
*** FAO. (2006).** Evapotranspiración del cultivo - Guías para determinación de los requerimientos de agua d elos cultivos. Roma: FAO.
*** Fundación Guayacanal. (2012).** Delimitación y zonificación del suelo de protección ambiental del municipio de Vetas. Bucaramanga.
*** Fundación Guayacanal - EPM. (2020).** Plan de compensación por perdida de biodiversidad del proyecto 30KV Magdalena Medio. Bogotá: sin editar.
*** Fundación Guayacanal. (2013).** Identificación y delimitación de ecosistemas de los cinturones andino, altoandino y páramo en la vertiente santandereana del Macizo de Santurbán. Bogotá.
*** Hamilton, L. S. (2009).** Estudio temático elaborado en el ámbito de la evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. . Roma: Estudio FAO: Montes (FAO).

Referencias

Bibliografia, citas, web.

***IAvH. (2015).** Ecosistemas estrategicos. Obtenido de Paramos y sistemas de vida: http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/553-paramos-y-sistemas-de-vida
*** IDEAM. (2010).** Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. . Bogotá: IDEAM.
*** IDEAM. (2010).** Estudio Nacional del Agua. Bogotá.
*** IDEAM. (2014).** Estudio Nacional del Agua. Bogotá.
*** IDEAM. (2018).** Estudio Nacional del Agua . Bogotá.
*** IDEAM y UPME. (2017).** Atlas de viento de Colombia. Bogotá: Imprenata Nacional de Colombia.
*** IGAC. (2011).** Geodatabase. Escala 1:100.000. Bogotá.
*** (2010).** Servicios hídricos de los ecosistmeas y su relación con el suso de la tierra en la Llanura Chaco-Pampeana. En P. Laterra, J. E., & J. Paruelo, Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial (pág. 362). Argentina: Ediciones INTA.
*** Morales, M., Otero, J., Van der Hammen, T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza, C., Cárdenas, L. (2007).** Atlas de páramos de Colombia. Bogotá: IAvH.
*** MADS. (2018).** AbE. Guía de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia. Bogotá, D.C, Bogotá, D.C, Colombia.
*** MADS. (2020).** bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos . Obtenido de Ecosistemas estratégicos: https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/ecosistemas-estrategicos#enlaces
*** MADS. (2020).** Ecosistemas estratégicos. Obtenido de gestion-en-biodiversidad: https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica#documentos.
*** MADS. (s.f.).** Tesauro ambiental para Colombia. Recuperado el 15 de 03 de 2020, de Centro de referencia y documentación: https://bibliovirtual.minambiente.gov.co/documentos/tesauro/naveg.htm
*** MAG; FAO. (1996).** Agricultura Conservacionista para producir y conservar. San José.
*** Marco, O. L. & Reyes, R. E. (2003).** Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura . (V. Asociación Interciencia Caracas, Ed.) Interciencia,, 28(5), 252-258 .
*** Márquez, G. (2003).** Ecosistemas Estratégicos. Sogeocol.
*** MAVDT - IAvH. (2010).** Definición de criterios para la delimitación de páramos del pais y delineamientos para su conservación. Bogota.
*** Minesa. (2019).** Capitulo 5.1.6 Hidrogeología. En Minesa, Estudio de impacto ambiental -eia- proyecto de explotación subterránea de minerales auroargentíferos "soto norte" (pág. 447). Bucaramanga.
*** Ordoñez, J. (2011).** Cartilla técnica: Ciclo hidrológico. Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
*** Rangel, J. (2000).** Clima. En C. J. Rangel, Colombia diversidad biotica III - La vida paramuna (págs. 85-125). Bogotá: UNAL - IAvH.
*** Rivera, D. & Rodríguez, C. (2011).** Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia. Bogotá: MAVDT - IAvH.

Referencias

Bibliografia, citas, web.

*** Sarmiento, C. & Ungar, P. (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. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

*** Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M., Zapata, J. & León, O. (2013).** Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: Actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000. Bogotá: IAvH.

*** Semana Sostenible. (03 de 10 de 2016).** Una opción para recuperar los ecosistemas devastados por la minería. Obtenido de https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/mineria-y-recuperacion-de-los-ecosistemas/36197

*** Stocker, T., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Midgley, P. (2013).** Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Reino Unido: Cambridge University.

*** USDA . (2014).** Claves para la Taxonomía de Suelos. Soil Survey Staff. Décima segunda edición. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. . Washington, DC. USA. : Servicio de Conservación de Recursos Naturales.

*** Valencia-Leguizamón, J. & Tobón, C. (2017).** Influencia de la vegetación en el funcionamiento hidrológico de cuencas de humedales de alta montaña tropical. Ecositemas, 26(2), 10-17.

*** Vanegas, H. (2014).** Modelo de Restauración de ÁReas degradadas por minería en El Bagre - Antioquia. Medellin, Antioquia, Colombia: UNAL - Tesis de Maestría.

*** Vargas, N. & García, M. (2013).** Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. . Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Formas, visiones y territorios

Imaginarios, derechos y ordenamiento territorial

1. El concepto de la delimitación del páramo

La comprensión del concepto de delimitación del ecosistema de páramo depende de la definición técnica de la que se parta. El término original implica la trasposición que los colonizadores españoles hicieron del concepto ibérico de páramo, en tanto “terreno desolado e inhóspito, en su mayor parte desprovisto de vegetación”, y situado en las partes altas de los Andes, las cuales son gélidas y poco pobladas. Esta definición nos permite introducir un hecho importante como es que, a diferencia de los Andes peruanos o del altiplano boliviano, el poblamiento prehispánico en lo que hoy es Colombia se concentró por debajo de la Alta Montaña.

La alta montaña

Subtropical

En los casos de Perú y de Bolivia, pese a sus condiciones de frío y sequedad, fue escenario de grandes poblaciones, reinos e imperios que se establecieron por encima de los 3300 msnm, y, con frecuencia, sobre los 4000 msnm. Caso contrario, en los Andes septentrionales, en donde la humedad y el frio eran mayores, distintas poblaciones indígenas se asentaron en valles y altiplanos ubicados por debajo de los 3000 msnm.

Debido a que la alta montaña tropical es un ambiente severo producto de la combinación de altitud, frío y humedad, los páramos fueron áreas con muy poca presencia y alteración antrópica, la cual solo sucedería hasta bien entrada la Colonia. Aun así, continuaron siendo áreas poco pobladas, donde la presencia humana se vio reflejada en el trabajo de extensos cultivos de papa y en la *ganadería extensiva doble propósito* que, en general, implica baja producción y altos impactos ambientales.

En el campo científico, el concepto original de la delimitación del páramo proviene de la botánica. Este implica la denominación que los botánicos europeos, y más tarde los norteamericanos (de visita en Colombia), adoptaron para las formaciones vegetales abiertas de la parte alta de los Andes septentrionales (desde Venezuela y Colombia hasta Ecuador). Una de las razones por las que los páramos acapararon la atención de los científicos extranjeros fue porque su vegetación y geología les recordaba los paisajes de alta montaña de los Alpes europeos. Encontrar prados alpinos, valles y lagos glaciares en medio del trópico selvático resultó algo impresionante, pues, aunque eran similares a sus Alpes natales, también descubrieron volcanes, frailejones y especies nuevas.

Tras esto, identificaron las inagotables variaciones locales de la biota de un páramo a otro: siempre parecidas y organizadas de la misma manera, pero distintas -similares a los pinzones de Darwin-. Por ejemplo, quedarían fascinados con el carácter insular de los páramos: islas alpinas en medio de la manigua forestal del trópico. Por décadas, se dedicarían a describir la riqueza del páramo, al tiempo que dejarían de lado al resto de la geografía del país.

En cuanto al concepto biológico de *páramo,* este se encuentra ligado desde su nacimiento a la vegetación abierta no forestal: prados, pajonales, frailejonales, arbustales abiertos y formas de transición como los matorrales y bosques enanos, los cuales fueron reconocidos como ***subpáramo*** en el límite con el bosque altoandino. Este concepto es la réplica de dos conceptos arraigados en la biogeografía europea: el ***límite latitudinal superior del bosque***, que es la frontera entre la taiga y la tundra ártica, y el límite altitudinal superior del bosque, que es la cota variable hasta la cual ascienden los bosques en las montañas europeas. Esta idea del *timber* line o del límite forestal se replicaría sin variación alguna en Norteamérica y Asia septentrional debido a la similitud de los ecosistemas.

Su importancia en comparación con otros ecosistemas colombianos se debe a la fascinación de los europeos con esta alteridad inesperada: una resonancia intelectual y sensible producto de un ecosistema desconocido que ofrece una estrecha semblanza con el paisaje de la infancia.

Un análisis objetivo permite entender que existen otros ecosistemas en Colombia que compiten o superan al páramo en su importancia ecológica o servicios ecosistémicos. Pese a esto, la importancia que las culturas académica, tecnocrática y mediática han adjudicado a los páramos se debe a la proximidad con varios de los principales centros urbanos (como por ejemplo Bogotá) y al hecho de ser una parte importante de las cuencas hídricas que sostienen las capitales del país. Además, los páramos también han sido un escenario idóneo para la formación de nuevos biólogos, los cuales perpetúan la fascinación de los primeros visitantes europeos por el menos "tropical" de los ecosistemas tropicales.

Las frecuentes visitas de los botánicos del viejo mundo han propiciado la creación de una tradición que trasplanta la fitosociología europea a la naciente academia colombiana. La primera generación de botánicos criollos se formó como aprendices y auxiliares de estos visitantes. En lo que podría llegar a entenderse como un ejemplo de colonialismo intelectual, los biólogos bogotanos repitieron los métodos, términos y actitudes de sus modelos europeos, razón por la cual la biología en Colombia nacería con dos fuertes sesgos: el páramo y las clasificaciones.

La fitosociología europea

Es una escuela y un enfoque de gran impacto en la historia de la botánica, con fuertes efectos en campos como la geografía y la ecología. La visión europea consiste en una división del territorio en un sinnúmero de entidades e identidades cada vez más pequeñas, en el trazado de límites arbitrarios entre unidades subjetivas y diferencias sutiles, y en la composición de mapas con los que nadie logra llegar a un consenso. Debido a que como enfoque es válido, en Colombia se ha mantenido en las prácticas de investigación y de docencia de varias universidades e institutos, pese a que este equivalga a una forma de ver el mundo saturada de rótulos, casillas y límites que influyen en la formación y aporte de biólogos, geógrafos y profesionales de otras disciplinas afines, respecto de la construcción de visiones y normas dentro de las instituciones colombianas.

Líquenes, musgos, pequeños arbustos y pastizales.

Por otra parte, este enfoque resulta ser de cierto modo adecuado cuando se trata de analizar las relaciones ecológicas que integran mosaicos extensos de ecosistemas, paisajes dinámicos donde las mezclas y límites cambian continuamente, y, sobre todo, en un contexto neotropical, lugares donde los ecosistemas no han llegado a los niveles de fragmentación y de alteración de la Europa central o mediterránea.

Asimismo, esta manía nos ha enseñado conceptos que resultan útiles en la ecología y en la alta montaña en particular. Conceptos que, a pesar de estar establecidos en la academia, corroborados por décadas de investigación, y consagrados en documentos oficiales, siguen siendo ignorados o tergiversados en las discusiones de delimitación de páramo. Dichos conceptos aún tienen un sesgo intrínseco que se refiere a la vegetación y no al conjunto de atributos de la vegetación. Este sesgo obedece al aspecto visual: la fisonomía de la vegetación. Cuando nos preguntamos dónde hay páramos o por el área que abarca un páramo, la pregunta se remite a la expectativa de un paisaje dominado por frailejonales-pajonales, turberas y lagunas, o a una definición metodológica relacionada con parámetros fisonómicos:

- **Predominio de la vegetación no forestal.**
- **Abundancia y continuidad de la cobertura forestal.**
- **Altura general de los elementos forestales continuos.**

Esto implica un imaginario asociado a una forma general del paisaje que intenta resolverse por medio de preguntas ecológicas y parámetros cuantitativos. Para lo cual, se han acuñado una serie de conceptos básicos.

El primer concepto es la *determinación altitudinal del páramo*. Este implica una observación verificable y cuantificable a través de distintos métodos. Por medio de este se puede entender que los páramos representan un cambio ecológico ligado al incremento de la altitud y del gradiente de temperatura -hecho que encaja con el imaginario social de Colombia como un país diverso y de "pisos térmicos"-. Además, el páramo encuentra equivalencia y lugar en ese orden mental del país vertical: en primero lugar, se encuentran Bogotá y la tierra fría, en segundo, la "tierra caliente" y "la costa", y en tercero y en los más alto, los páramos y los nevados. Es una idea que encaja bien con la fijación de límites sociales y regionales de una sociedad jerarquizada y centralista.

A esta constatación básica de la cosmovisión colombiana le sigue un fenómeno que ha acaparado la atención de todos los científicos, desde Humboldt y Caldas hasta hoy: los páramos aparecen en un cierto momento del ascenso de los Andes. Este punto varía de una cordillera a otra, de una cara o vertiente a la otra de la misma cordillera, y, visto en detalle, incluso dentro de una misma vertiente o cuenca. Por esto, lo constante, examinado a detalle, se presenta caótico, diverso, y el límite inferior del páramo presenta una fuerte variación altitudinal.

La variación altitudinal
del páramo presenta dos escalas:

1. En la escala macro se aprecian diferencias entre las distintas cordilleras y entre la vertiente oriental y occidental de una cordillera. Estas diferencias, las cuales son de centenares de metros, implican disparidades geográficas de una región a otra en el país, que se explican por las variaciones climáticas y geológicas entre las cordilleras.
2. En la escala micro las variaciones están dadas por una multitud de factores:

    - Las laderas de barlovento, expuestas a vientos húmedos, favorecen el ascenso del bosque, mientras que aquellas con mayor sequedad, benefician el descenso del páramo.
    - Las montañas masivas ayudan al ascenso del bosque (efecto de masas), al tiempo que las cuchillas y los filos estrechos facilitan el descenso del páramo (efecto de cuchilla).
    - Por una parte, las topografías convexas favorecen la erosión, la exposición al viento y la radiación. Por otra parte, las topografías cóncavas generan abrigos microclimáticos, depósitos de suelo y humedad, favoreciendo la presencia de especies típicas de bosque.
    - Los sustratos rocosos o arenosos facilitan el descenso del páramo, mientras que suelos más pesados o volcánicos potencian el ascenso del bosque.
    - Los escarpes y filos ayudan en el descenso del páramo, a la vez que las cañadas favorecen el ascenso del bosque.

Si la variación geográfica del límite inferior del páramo en la escala micro (en una misma cuenca o región) tuviera una magnitud menor a la variación regional o macro (entre cordilleras o vertientes distintas), esto, además de hacer parte de las irregularidades caóticas de todas las formas naturales (geometría fractal), implicaría que las diferencias locales serían iguales o superiores en todas las regionales. En caso de que la diferencia entre la altitud media del límite entre dos cordilleras fuera de doscientos a cuatrocientos metros, los factores locales harían que el límite oscilara hasta los mil metros en una misma locación. Por lo tanto, aunque esto sea una comparación entre medias y extremos, ilustra la impredecibilidad fundamental del límite en el espacio.

Estas fuertes variaciones han dado lugar a un concepto básico: el ***intervalo de oscilación altitudinal del páramo,*** equivalente al rango de altitudes en el cual el límite inferior del páramo varía no entre cordilleras ni entre vertientes, sino entre la misma cordillera, vertiente, región, cuenca hidrográfica y vereda. Cuando se habla del límite para un complejo de páramos en particular, se refiere a un intervalo en el que dicho límite oscila, y no de una cota fija (Van der Hammen, T., Caicedo, J. P., Gutiérrez, H., Alarcón, J. C., & Van Der Hammen, J., 2002).

Aunque el orden vertical del universo imaginario se ha visto sacudido por varias escalas de la realidad debido a la diversidad, aún sigue habiendo un límite: un lado y otro lado. Lo que está a un lado sigue siendo cualitativa y categóricamente diferente de lo que está al otro lado del límite. Esa es la idea del límite.

Sin embargo, la naturaleza no suele ser complaciente con los prejuicios culturales. Además de variar por distintos factores, el límite entre las dos formaciones vegetales se vuelve discontinuo a causa de la frecuente presencia de *extrazonalidades* y *azonalidades.* De esta manera, es posible encontrar áreas con comunidades vegetales paramunas por fuera del límite general de páramo inmersas en la matriz del bosque altoandino. Y, del mismo modo, encontrar áreas boscosas aisladas dentro del páramo.

En algunos casos consiste en bosques o páramos *extrazonales* que ocupan hábitats extremos en los límites de la distribución general. Por ejemplo, cerca del límite superior del bosque se puede observar como el bosque asciende por las cañadas hacia el interior del páramo, al tiempo que ocupa fondos de valles abrigados o pies de escarpes en medio del páramo. Cerca del límite inferior del páramo, es frecuente encontrar comunidades típicas del páramo bajo establecidas en *cuchillas* aisladas y en escarpes en medio de las áreas forestales. También, es posible hallar comunidades de páramo asociadas a suelos *azonales*, por ejemplo, en turberas aisladas en medio de áreas boscosas, equivalentes a *páramos azonales* o *paramillos.*

Aunque se puede mencionar que el límite existe pese a algunas excepciones, las cuales pueden ser delimitadas con claridad, para la fitosociología y todas las mentalidades "jerárquicas" y "clasificatorias" no es el caso, pues aún falta aclarar que es un límite: ¿Una línea, una franja, un umbral convencional en medio de un gradiente o de una variación continua de las formas reales?

Esto surge debido a que se cree que lo que la percepción humana reconoce como un límite resulta ser, en la mayoría de los casos, una transición gradual y relativa entre dos situaciones extremas. En algunos casos, puede reconocerse un límite neto o abrupto entre el bosque (en tanto vegetación forestal cerrada y continua) y el páramo (en cuanto a vegetación abierta herbácea – arbustiva). En tales casos, la transición resulta estrecha y se da en unas decenas o hasta en un centenar de metros, que es lo que ecológicamente se reconoce como un *ecotono.*

En la mayoría de los casos, la transición, la cual se extiende por algunos centenares de metros, resulta bastante gradual. Con esto, la presencia de determinadas especies se suele aminorar en cientos de metros hasta casi desaparecer, al tiempo que la fisonomía de la vegetación varía de manera sutil, al

punto de que los árboles se hacen cada vez más bajos y el dosel más abierto y discontinuo. En cuanto a las comunidades vegetales, pese a que estas se entremezclan y desdibujan, estas permiten que el bosque y el páramo sean entendidos como extremos dentro de una transición tan extensa y difuminada. En últimas, en términos ecológicos, a esto se le conoce como *ecoclina.*

En este punto tienen lugar dos términos que dan cuenta de las características básicas del límite bosque- páramo:

- El *intervalo de oscilación altitudinal* puede entenderse como la variación altitudinal del límite dentro de una misma cuenca, región o complejo paramuno.
- La *franja de transición*, estrecha como un ecotono o extensa como ecoclina, implica la amplitud del límite.

En este punto se puede decir que la idea del límite bosque – páramo está rodeada de matices, gradualidades, discontinuidades y excepciones que hacen evidente que se trata de una tendencia clasificatoria propia de la percepción humana y no de un fenómeno natural.

Sin embargo, aún se puede argumentar que estos límites, por difusos, discontinuos y variables que sean, corresponden a estructuras naturales constantes y reconocibles en el espacio. Esto es debido a dos fenómenos: uno de orden espacial y otro de orden temporal.

En primer lugar, la posibilidad de reconocer el límite entre dos grandes formaciones, como son el páramo y el bosque altoandino, depende de la distribución homogénea de comunidades vegetales características de cada formación, y de las poblaciones vegetales que constituyen las comunidades.

A grandes rasgos, esto se aprecia cuando los datos se toman y se analizan a escalas menores (1:50.000, 1:100.000 e inferiores). Esto dista de cuando los datos parten de un detalle y de una densidad suficientes para soportar análisis y representaciones más detalladas (escalas 1:25.000, 1:10.000 y mayores), en donde se puede apreciar cómo las comunidades y poblaciones se desagregan y comienzan a tener sus propios patrones de variación espacial. Cada una de estas comunidades y poblaciones presentan variaciones con características distintas, ya sean más estrechas, extensas, nítidas, difuminadas, continuas, discontinuas, asociadas a la altitud, relacionadas con factores edáficos, confinadas a la vegetación forestal o paramuna abierta, o indiferentes a los cinturones altitudinales.

Este fenómeno revela que el límite bosque – páramo es un artificio del muestreo y de las formas de análisis y de representación, y que existe una variación altitudinal de la vegetación, demasiado extensa y compleja, como para hablar propiamente de un límite. Además, el límite no es constante en el tiempo, sino que es dinámico, cambiante en dos escalas temporales: la sucesional y la climática.

La transición entre páramo y bosque altoandino resulta móvil, pues esta acontece en medio de la sucesión típica entre la vegetación abierta y la forestal (selva – sabana, bosque – pradera, pradera inundable – bosque inundable, etc.), la cual está sometida a infinitud de circunstancias y contingencias que pueden favorecer el avance del uno o el retroceso del otro, así como una mezcla mayor o menor en los límites.

Uno de los fenómenos más frecuentes y asociados a esta variación es la *paramización secundaria*, es decir, el desarrollo de una vegetación con aspecto y composición similar al páramo en áreas con altitudes inferiores a las cotas históricas del páramo, las cuales han sido sometidas a un régimen de persistentes tensionantes antrópicos: ciclos de tala, de fuego, de agricultura y de pastoreo.

Más allá de cierto punto, la regeneración del bosque se ve vulnerada y la cobertura empieza a ser dominada por una mezcla cada vez más pobre de especies oportunistas del páramo bajo y medio, con proporciones crecientes de arvenses (malezas) introducidas por el hombre desde otros continentes. Esta vegetación, en su mayoría herbácea, permite que abunden algunos elementos que han dado una fisonomía distintiva de páramo, como las macollas (pajonales), arbustos y rosetas (frailejones y afines). Aunque esta vegetación tiene una fuerte semejanza con el páramo, su composición y su estructura son mucho menos diversas y complejas que las de los páramos de las cotas superiores. En este caso, no están presentes todas las especies de páramo sino aquellas denominadas oportunistas, es decir, especialistas en colonizar ambientes extremos o degradados.

Las especies presentes no se encuentran organizadas en las asociaciones típicas de los páramos bien conservados, sino desprendidas y en nuevos arreglos a causa de la perturbación. Esta desviación en la regeneración se conoce como *secundarización* y ocurre en todo ambiente degradado. En la alta montaña, esto produce *páramos secundarios*, al tiempo que, en altitudes menores, genera *sabanas secundarias*. Ambos ecosistemas emergentes tienen en común ser el resultado de la acción humana sobre el paisaje.

Dado que la transición entre bosque y páramo tiene una determinante principal ligada a la variación altitudinal de la temperatura y otra a la precipitación, todo cambio climático afecta su comportamiento espacial. Por millones de años, esto se ha mantenido desde que las dos formaciones llegaron a diferenciarse. Esto es, si los interestadiales eran secos o húmedos, los páramos ascendían y descendían con los glaciares en todos los Andes, con diferencias desde centenares hasta más de mil metros, según fuera el período. Este límite siempre ha sido dinámico, como el planeta. Y el planeta hoy está cambiando más rápido gracias a nosotros. A día de hoy, el fuerte cambio altitudinal del límite bosque-páramo es uno de los principales fenómenos estudiados por la paleoecología en la alta montaña tropical (Van der Hammen T. & Henry H., 1997).

Si se asume el escenario conservador de los dos grados centígrados para el calentamiento global del presente siglo, esto equivaldría a un cambio aproximado de 300 metros de altitud en la transición bosque – páramo y a un gradiente de temperatura de 0,6°C por cada 100 mts de altitud, que es lo más común en los Andes colombianos. Es decir que, mientras la degradación antrópica beneficia la extensión de páramos secundarios empobrecidos hacia cotas más bajas, el cambio climático (también antrópico) favorece una regeneración empobrecida de bosques y rastrojos hacia arriba. La suma de tendencias apunta a un paisaje degradado de alta montaña, donde en varios kilómetros no puede reconocerse ni límite ni transición alguna, sino solo un

un mosaico con parches de distintos niveles de degradación y de regeneración, en los que las especies vegetales están representadas según su adaptación individual al régimen de perturbación. Cabe aclara que esto no es un vaticinio, es lo que se observa en extensas regiones de los Andes desde Colombia y Venezuela hasta Ecuador y el norte del Perú.

Todo lo dicho hasta ahora ha sido explícita y extensamente tratado en los documentos del Instituto Humboldt respecto de la generalidad de los páramos colombianos y sobre diferentes páramos en particular. En estos se busca reconocer la fuerte variación del límite de páramo en cada complejo de alta montaña y en distintos complejos. No obstante, las delimitaciones propuestas o avaladas por el Instituto Humboldt son cotas, es decir, se parte de una premisa de oscilación, pero se concluye con un límite a una altitud fija.

El Instituto Humboldt ha venido haciendo la modelación estadística – espacial para la delimitación de los páramos, en la cual se parte de una premisa verdadera para llegar a una conclusión falsa:

- El límite altitudinal entre el páramo y el bosque altoandino se caracteriza por una fuerte variación espacial entre locaciones y dentro de una misma locación.
- A modo de estadísticas, un fenómeno que varía con una cierta regularidad espacial, siempre y cuando se tengan suficientes datos tomados en campo, permite definir la probabilidad de que las áreas por encima de una cierta cota correspondan o no al páramo.
- Al igual que toda predicción estadística, esta puede presentar valores medios, más frecuentes, extremos y menos frecuentes (lo que estadísticamente se denominan outlayers).
- Los outlayers superiores son lugares donde el límite es mucho más alto de lo normal, y los outlayers inferiores tienen lugar cuando el límite es mucho más bajo de lo normal. Esto lleva a pensar en dos situaciones: una en la que se cuenta con suficiente información y otra en la que no.
- En una situación con poca información, o hasta que se cuente con información más detallada, la presencia de outlayers inferiores puede justificar la toma de decisiones conservadoras, es decir, la adopción de un límite extremo inferior que aumente la probabilidad de incluir todas las áreas de páramo desconocidas. Esto representaría una aplicación adecuada del principio de precaución.
- En una situación con suficiente información, es decir, en la que se cuente con los criterios y métodos establecidos por la norma, la delimitación debería apegarse a la realidad ecológica del hecho biofísico que pretende reflejar y proteger, incluyendo toda su variación altitudinal local.

La falacia de los outlayers inferiores aparece en varios documentos del Instituo Humboldt y opera a través de una asimilación entre dos conceptos distintos: la confusión del intervalo de oscilación con la franja de transición. Con esto, se da a entender que existen casos extremos en los que el límite asciende a la cota X y desciende a la cota Y, por lo que no es reconocido como intervalo de oscilación sino como franja de transición. Por otra parte, los criterios establecidos por el propio Instituto Humboldt determinan que las franjas de transición deben incluirse en la delimitación. Pero, se puede contraargumentar que existe una diferencia entre el páramo como hecho biofísico, el cual puede tener una variación altitudinal particular, y la decisión administrativa de ordenamiento territorial, en la que se asume una cota fija para su protección. De esta diferencia surgen dos cuestionamientos claves:

- Si el mandato legal implica una delimitación a escala 1:25.000, y una serie de conceptos, criterios y métodos que reconocen la variación local del límite, ¿por qué las decisiones no se apegan a ello?

- Por otra parte, si se trata de una decisión de ordenamiento territorial, ¿por qué no se siguen las vías jurídicas establecidas en el ordenamiento jurídico colombiano para regular los usos del suelo? Esto es: las declaratorias de áreas protegidas, los planes de ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas, y los planes de ordenamiento territorial.

En síntesis, ¿el páramo y otros ecosistemas de especial importancia se tratan como hechos biofísicos preexistentes e independientes de las decisiones administrativas? o ¿son concebidos como hechos biofísicos a tener en cuenta en las decisiones administrativas del ordenamiento territorial?

Orientaciones
metodológicas oficiales

Frente a un asunto tan complejo y variable, el Instituto Humboldt ha intentado dar lineamientos claros y aplicables de manera consistente a través de la diversidad de casos de los 32 complejos de páramo reconocidos en Colombia.

El primer intento corresponde a la publicación del Atlas de Páramo de Colombia, donde se esboza una libre delimitación de los 32 complejos. Esto implica una delimitación gruesa, con escala de 1:100.000 que, bajo el concepto de alta montaña, no solo incluye a los páramos sino también a dos ecosistemas situados más abajo: el bosque altoandino y el bosque andino.

En un contexto anterior a la Ley 1450 de 2011, el interés consistía en contar con un soporte geográfico amplio y general en la toma de decisiones políticas, y no se buscaba definir qué predio o qué título minero se ubicaba metro a metro, arriba o abajo de un límite arbitrario, sino de reconocer que las realidades biofísicas y socioeconómicas de la alta montaña se extendían por muchos kilómetros y situaciones que era preciso abordar en cada caso.

A partir de la Ley 1450 de 2011, el Instituto Humboldt se vio en la necesidad de desarrollar unos lineamientos metodológicos que cumplieran con los "estudios técnicos, ambientales y socioeconómicos" de la escala establecida en dicha ley, esto es 1:25.000.

En respuesta, en el 2011, el Instituto Humboldt elaboró una Guía divulgativa de los criterios para la delimitación de páramos de Colombia, la cual sería divulgada tiempo después. En esta guía, los criterios fueron organizados en tres bloques:

- **Aspectos biogeofísicos:** relacionados con la geología, los suelos y la vegetación. Esto corresponde al concepto tradicional de páramo de las ciencias naturales asentado durante décadas por geólogos y botánicos extranjeros, y por sus seguidores locales.

- **Aspectos socioeconómicos:** centrados en la existencia de unos valores asociados a la historia del poblamiento, del arraigo y de las formas de habitación y de producción de comunidades humanas tradicionales de la alta montaña, en especial poblaciones campesinas e indígenas.

- **Integridad ecosistémica:** corresponde al estado de conservación o alteración de la alta montaña, y a su importancia en la provisión de servicios ecosistémicos, como por ejemplo el suministro hídrico.

Aunque esta guía presenta los criterios que deben tenerse en cuenta en la delimitación, esta no define un método estándar. En su momento, el argumento presentado por el Instituto Humboldt se refería a que no era posible definir una metodología debido a que los distintos parámetros tenían un peso ponderal diferente en diversas regiones, y porque la información disponible variaba de una región a otra.

También, la guía presenta una clara paradoja en relación con el componente socioeconómico. La inclusión de este componente responde a la intención por reconocer al páramo como un hecho geográfico, donde se integran lo biofísico y lo socioeconómico. Además, la guía reconoce elementos básicos de la construcción territorial como valores que definen al páramo: sistemas productivos adaptados al páramo, una historia de poblamiento ligada al páramo, una identidad colectiva como comunidad humana del páramo, categorías del lenguaje y de la percepción relacionadas con la vida en la alta montaña.

Sin embargo, el resultado ha sido muy contradictorio. En caso de encontrarse estos valores, la conclusión sería que estos confirman la existencia del páramo, y la consecuencia sería que se deben prohibir todas las actividades económicas que sustentan la presencia humana en el área: agricultura, ganadería, minería. De este modo, se cancelaría la historia de estas personas y se determinaría su salida de territorio, o entrada a la ilegalidad, viéndose afectada su sostenibilidad. Es decir, primero se reconocerían unos valores culturales asociados a la biodiversidad y luego se condenarían.

La tercera y última aproximación metodológica del Instituto Humboldt a la delimitación de los páramos es la guía Transición Bosque – Páramo, bases conceptuales y métodos para su identificación en los Andes colombianos publicada en 2015, y en la cual, aunque se retoma la definición biológica del límite, se cuenta con un método detallado, inmodificable y a un nivel de exigencia técnica y económica que no está al alcance de cualquier actor público o privado. El método, en sí mismo, tal cual ha sido publicado, no solo es costoso sino también inútil por tres razones fundamentales:

- El método se sustenta en la premisa de una variación altitudinal correlacionada con la vegetación y con varios grupos de fauna disímiles (invertebrados, aves y herpetos), tanto en su respuesta ecológica ante el gradiente altitudinal, como en el conocimiento disponible para cada grupo en específico. En tales condiciones, hasta que no se cuente con suficiente evidencia científica obtenida por este método u otros comparables, no se podrá interpretar con certeza a partir de unas pocas transectas.

- Mientras que en la guía se especifica de manera detallada la realización de una sola transecta, en ninguna parte se aclara cuál es la cantidad o densidad de transectas necesarias para alcanzar algún grado de representatividad o significatividad, ni cómo esto varía según las características biofísicas o la heterogeneidad de las franjas de transición de una locación particular. De este modo, los datos resultantes de distintas locaciones tampoco resultan comparables, pues pueden provenir de una o varias transectas, representativas o no de la variación local de los ecotonos y ecoclinas.

- Después de haber dictado un método tan dispendioso y costoso, en ningún momento el Instituto Humboldt o el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se han pronunciado sobre el valor probatorio de los estudios que se han presentado siguiendo el mismo.

Los páramos
y su categoría de conservación

En la norma colombiana los páramos son considerados como "ecosistema de especial importancia". Una denominación que comparten con un conjunto arbitrario de situaciones ecológicas como el bosque seco tropical, los humedales, los manglares y los pastos marinos, de los cuales resalta su heterogeneidad.

La autoridad ambiental en ningún momento ha manifestado la relación entre los ecosistemas de especial importancia y las áreas protegidas declaradas como tales. Por tal razón, no existe claridad sobre el significado práctico de la delimitación de ecosistemas como el páramo, los bosques secos, los humedales, los manglares o los pastos marinos en el contexto del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o de los Sistemas Regionales de Áreas Protegidas. Por eso, nos surgen las siguientes preguntas: ¿en relación con un Parque Natural del orden nacional o regional, qué categoría representa el páramo? y ¿Si el páramo atraviesa el área protegida y la zona amortiguadora, esto qué diferencia hace?

Por su parte, las áreas protegidas son categorías definidas con un régimen específico de manejo tanto a nivel de cada área particular, como de cada categoría específica y de las relaciones entre áreas protegidas dentro de los sistemas regionales de áreas protegidas. Su función resulta clara dentro de una estrategia regional o nacional de conservación, consignada en un plan de ordenación de cuenca hidrográfica o dentro de un plan de ordenamiento territorial municipal.

Asimismo, los ecosistemas de especial importancia se superponen a las áreas protegidas, pues se supone que estos representan hechos biofísicos preexistentes e independientes de una declaratoria. Hechos cuya determinación, delimitación y existencia concreta no resultan objetivas como se pretende, pues estas son independientes de su estado de conservación o de su potencial de restauración.

De la ambigüedad resultante, los páramos se han convertido en un área de uso restringido; los humedales en áreas de zonificación para el uso sostenible -las cuales se superponen a muchas de las cuencas de hidrocarburos del país-; los manglares han variado en su manejo dependiendo de la zonificación; los pastos marinos han sido tratados como elementos de protección compatibles con distintos usos; y el bosque seco tropical ahora carece de pronunciamientos, pues en sus formas degradadas se superpone a una gran parte de los centros urbanos y de zonas agrícolas y ganaderas del país.

Por su parte, las áreas protegidas son la herramienta consagrada en el ordenamiento normativo colombiano para dar cuenta, en cada caso, de la conservación de uno o más ecosistemas. En representación del interés de la Nación y respetando los tratados internacionales, y con un régimen de manejo establecido para la generalidad de una determinada categoría de área protegida, en la declaratoria de un área protegida queda expresa la voluntad del Estado colombiano de restringir el uso y de intervenir en el manejo de un área definida. Con base en una declaratoria, y en un plan de manejo para un área protegida, una autoridad ambiental puede comprar, expropiar o limitar la propiedad.

Cuando se delimita un área protegida, se tienen en cuenta tanto los criterios biofísicos como los socioeconómicos. El área protegida puede abarcar un ecosistema y sus transiciones, una dupla o un mosaico de ecosistemas interrelacionados. Distintas áreas protegidas, con diferentes regímenes de manejo, pueden conectarse entre sí con zonas amortiguadoras, y con otras figuras de ordenamiento territorial, para así conformar corredores ecológicos, con estructuras ecológicas regionales a distintas escalas. Al existir una etapa de estudios, una de concertación y publicación, y otra de declaratoria -la cual surte efectos en un momento dado-, se reconocen los distintos derechos y situaciones socioeconómicas, al tiempo que esto permite tener claridad sobre las reglas de juego para los particulares, y las posibilidades de contestar o de exigir compensaciones.

Las áreas protegidas y los sistemas de áreas protegidas constituyen un andamiaje técnico-jurídico, que ha venido desarrollándose por más de seis décadas en Colombia. Este tiene una articulación clara con otras figuras de protección y de ordenamiento territorial, pues se encuentra armonizado con todo el sistema jurídico colombiano, al tiempo que se corresponde con el mismo planteamiento homologado en el orden jurídico internacional.

Bajo la categoría sin desarrollar de "ecosistema de especial importancia" creada por el Estado colombiano, se presentan espacios afectados, los cuales pueden extenderse dentro y fuera de las áreas protegidas. Su reconocimiento puede ocurrir en cualquier momento con independencia del estado, o de cualquier trámite, o de los derechos reconocidos de modo particular (títulos, licencias, permisos, concesiones) o general (planes de ordenamiento territorial, planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas). El problema de fondo radica en que, aunque no han sido desarrollados técnica y normativamente, aún son tratados como si fueran áreas protegidas, declaradas y oponibles a terceros.

Pero, la situación real es que los ecosistemas de especial importancia funcionan como un ordenamiento jurídico paralelo al de las áreas protegidas que, sin tradición ni armonización en el conjunto, constituyen una figura adventicia en las normas y decisiones de las entidades del SINA.

En un paralelo entre estas dos aproximaciones a la conservación puede observarse la diferencia entre una tradición técnica de normativa madura y una intención política sin desarrollo alguno. De hecho, las decisiones del Estado respecto de la delimitación y manejo de los páramos describen una parábola que, a modo caricaturesco, resume un desarrollo de décadas de áreas protegidas. Este incluye áreas restringidas para el uso y áreas con una zonificación y manejo concertados; una figura que protege todos los recursos naturales que promueven un ordenamiento de la cuenca, en donde el área protegida es una de las figuras posibles que se complementa con otras más adecuadas en otros escenarios de conservación; y decisiones de protección centrales e inconsultas que permiten llegar a ordenamientos concertados, procedimientos participativos, regímenes especiales y de transición.

Aunque todos estos fenómenos y sus respectivos aprendizajes ya han sido promovidos en la historia de las áreas protegidas de Colombia, en la delimitación de páramos estos se repiten y reinventan como si nunca hubieran ocurrido.

Referencias

Bibliografia, citas, web.

*** Van der Hammen, T., Caicedo, J. P., Gutiérrez, H., Alarcón, J. C., & Van Der Hammen, J. (2002).** El cambio global y los ecosistemas de alta montaña de Colombia. Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición hotspot y global climatic tensor.

*** Van der Hammen T. & Henry H. (1997).** Chronostratigraphy and correlation of the Pliocene and Quaternary of Colombia. Quaternary International. Volume 40, 1997, Pages 81-91

Santurbán

Una puerta en las montañas

El agua

Durante la mayor parte de la historia de la Tierra, lo que hoy se conoce como la Cordillera de los Andes no existía. La costa pacífica de Sudamérica se encontraba frente a lo que hoy son los Llanos Orientales, y Sudamérica era más pequeña. Esto no solo se debía a la inexistencia de los Andes, sino a la presencia de pequeñas cordilleras y de un río Amazonas más corto, el cual no corría hacia el Atlántico sino hacia el Pacífico, justamente en dirección contraria a la que tiene hoy en día.

© Fundación Estación Biológica Guayacanal
www.guayacanal.org

ISBN: 978-958-59951-3-0