



Foto: Mauricio Olaya

14

**SOSTENIBILIDAD
AMBIENTAL**

Autora: Marcela Peñalosa Pedrosa



DATOS DESTACADOS*

- Prácticamente el 50% del área total de Santander son áreas protegidas.
- La oportunidad declaratoria de áreas protegidas en Santander supera 1.000.000 de hectáreas.
- En el año 2021, la proporción de áreas protegidas alcanzó el 49%.
- Más de 190.000 hectáreas de Santander corresponden a ecosistemas de páramos protegidos.
- La cobertura de bosque estable a 2019 ha incrementado en casi 1% con respecto al año inmediatamente anterior. Esto representa un aumento en la estabilización de bosques a más de 7.500 ha/año.
- Durante el 2020, el nivel de calidad del agua “aceptable” incrementó un 13,33%, con respecto a los puntos de muestreo de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) del año inmediatamente anterior.
- Los niveles de calidad de agua “regular” disminuyeron un 14,81% en los puntos muestreados por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) durante el 2020.
- A 2019, los valores promedio de PM2.5 de los municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga rondaron los 16,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, muy por debajo del límite de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la resolución 2254/2017.
- 198 nuevos negocios verdes han sido instaurados en el departamento de Santander, por medio de las Ventanillas Únicas de Negocios Verdes de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) y la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).
- La creación de negocios verdes ha aumentado un 52,94% en relación con los años anteriores.

Principales recomendaciones

- Rediseñar el conjunto de políticas e incentivos, de forma articulada con políticas y regulaciones vigentes más amplias, como políticas agrícolas, energéticas, sobre bioenergía (I+D+i), así como educación ambiental, tenencia de la tierra y prevención de conflictos socioambientales.
- Evaluar medidas para que el sector privado pueda invertir en la conservación de áreas del Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP), como: usuarios, responsabilidad social empresarial, filantropía o compensaciones producto del licenciamiento ambiental.
- Continuar la consolidación e implementación del plan de acción del Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) Andes Nororientales, aprobado por el Comité Directivo del año 2018.
- Construir y poner en marcha la política pública para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), con una visión 2020-2030, que enfatice la prevención y solución diferencial de los conflictos derivados de uso, ocupación y tenencia.
- Crear un programa de empleo financiado por las inversiones forzosas para compensación de biodiversidad, con el fin de dar continuidad a la formulación de planes de manejo de áreas protegidas.
- Apoyar la estructuración de proyectos a través de entidades territoriales, acueductos y privados, para implementar el incentivo “Pago por Servicios Ambientales (PSA)” en ecosistemas de interés estratégico de Santander. Estos pueden ser financiados a través del impuesto nacional al carbono, obras por impuestos, corporaciones autónomas regionales (CAR), 1% de ingresos corrientes del departamento y alcaldías, o cooperantes internacionales y privados.
- Construir y poner en marcha la Política Pública para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), con una visión 2020-2030 que enfatice la prevención y solución diferencial de los conflictos derivados del uso, la ocupación y la tenencia.

- Crear un programa de empleo, financiado por las inversiones forzosas y para compensación de biodiversidad, que atienda tanto la pérdida de empleo causada por el COVID-19 como los riesgos que enfrenta Santander de pérdida de fuentes de agua de cara al cambio climático.
- Orientar la estrategia del sector forestal al manejo sostenible de los bosques, para aprovechar y valorizar sus servicios ecosistémicos.
- Ampliar la Red de Monitoreo Departamental de Calidad del Agua a todo el departamento, y orientar esfuerzos hacia el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales tanto rurales como urbanas.
- Profundizar en la investigación científica de las fuentes de agua subterránea que abastecen los acueductos de Santander en épocas de sequía.
- Potencializar los esfuerzos para el desarrollo social y económico de las zonas de la “Estrategia de preparación institucional para la paz y el posconflicto” con el Catastro Multipropósito y Planes de Ordenamiento Territorial (POT) modernos.
- Avanzar en la implementación del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial 2030.
- Implementar la Ley 2169/2021 de acción climática, con medidas para la reducción en un 51% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a 2030 y para conseguir la carbononeutralidad a 2050.



Foto: Pablo Reinel González

*Nota: las fuentes se incluyen a lo largo del capítulo.

Perfil de Santander en materia de Sostenibilidad Ambiental

Tema	Indicador	Valor Santander (2018)	Valor Santander (2019)	Valor Santander (2020)	Valor Santander (2021)*	Tendencia	Ranking en Colombia**	Mejor buena práctica en Colombia**	Fuente
Activos naturales	Proporción de superficie cubierta por bosque natural	26,84%	27,09%	Sin información IDEAM	Sin información IDEAM	Creciente	Sin información		IDEAM; MADS, cálculos propios
	Proporción de áreas protegidas	26,59%	26,59%	26,27%	49,00%	Creciente	5 de 33	Guaviare	Índice Departamental de Competitividad
	Tasa de deforestación	- 0,59%	-0,66%	-0,34%	Sin Información	Variable	24 de 33	Meta	Índice Departamental de Competitividad
	Tasa de variación de la deforestación anual	0,34%	0,34%	Sin información IDEAM	Sin información IDEAM	Estable	Sin información		IDEAM; MADS, cálculos propios
Gestión ambiental	Índice municipal de gestión del riesgo ajustado por capacidades	51,61	51,61	51,61	52,1	Creciente	23 de 33	Bogotá, D.C.	Índice Departamental de Competitividad
	Empresas certificadas ISO 14001	131,95%	131,95%	132,55%	Sin información	Creciente	2 de 33	Casanare	Índice Departamental de Competitividad

*Nota: las fuentes se incluyen a lo largo del capítulo.

**Fuente: Consejo Privado de Competitividad (2021b).

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad ambiental es un factor central en la competitividad de un país. Hacer un uso más eficiente de los recursos naturales necesarios para la producción económica mejora la productividad y sienta las bases para un mayor crecimiento en el mediano y largo plazo. Así, los retos que suponen la presión antrópica sobre el uso del capital natural, el cambio climático y el impacto que ha tenido la crisis por el COVID-19 ponen de manifiesto la necesidad de actuar rápidamente para transitar a patrones de crecimiento más sostenibles (Consejo Privado de Competitividad, 2021b).

El departamento de Santander viene avanzando en la determinación de áreas protegidas que son importantes para la seguridad hídrica y la sostenibilidad del territorio, con la creación y adopción del Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SI-DAP) y otras estrategias de conservación de la biodiversidad y el patrimonio natural. Así mismo, se han incorporado mecanis-

mos para la reactivación económica durante la emergencia por COVID-19. Además, en concordancia con el Plan Nacional de Negocios Verdes, Santander —a través de sus corporaciones autónomas, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Gobernación de Santander— logró conformar el Nodo Departamental de Negocios Verdes, como nuevo renglón estratégico de impacto en la economía regional y nacional (CDMB, 2022).

Este capítulo se divide en ocho secciones: (1) ordenamiento territorial en Santander, (2) áreas protegidas, (3) ecosistemas estratégicos, (4) tasa de deforestación del departamento, (5) índice de calidad del agua, (6) calidad del aire, (7) gestión ambiental y (8) negocios verdes. Para explorar estos temas, se hará referencia al estado actual de los indicadores de sostenibilidad ambiental propuestos en cada sección, con acciones recomendadas para cada uno de ellos.



Foto: Pablo Reinel González



ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE SANTANDER (LOTSA)¹

El ordenamiento territorial se ocupa de identificar, potenciar y aprovechar los rasgos positivos de una estructura territorial, así como de revertir las tendencias negativas que agravarían sus problemas históricos. El concepto de Gestión Territorial Integrada (GTI) abarca la identificación de potencialidades, limitaciones y tendencias de orden natural, económico, político, social y cultural inmersas en un territorio, con el fin de anticiparse a los cambios estructurales en la creación de estrategias adecuadas para su gestión. La GTI hace énfasis en la productividad, la competitividad, los planes estratégicos, los planes de desarrollo (departamental, municipales, del AMB), la internacionalización, y los intereses y necesidades de los gremios y los sectores productivos (Gobernación de Santander y Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga, 2014).

En este sentido, los Lineamientos² y Directrices³ de Ordenamiento Territorial de Santander (LOTSA), desde el enfoque de la GTI, plantean el marco general para el desarrollo regional, con base en instrumentos construidos con información fidedigna, conocimiento científico disponible y corresponsabilidad de todos los actores. En sí mismos, los instrumentos son insumos para las actuaciones de desarrollo institucional. En específico, el modelo de GTI supone una interdependencia dinámica y flexible entre el modelo de desarrollo y el modelo de ordenamiento territorial.

Para empezar, el trabajo del ordenamiento apunta al desarrollo social. El Informe Brundtland de 1987 acuñó el concepto de “desarrollo sostenible” para referirse a aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Desde esta perspectiva, el gran propósito de los Linea-

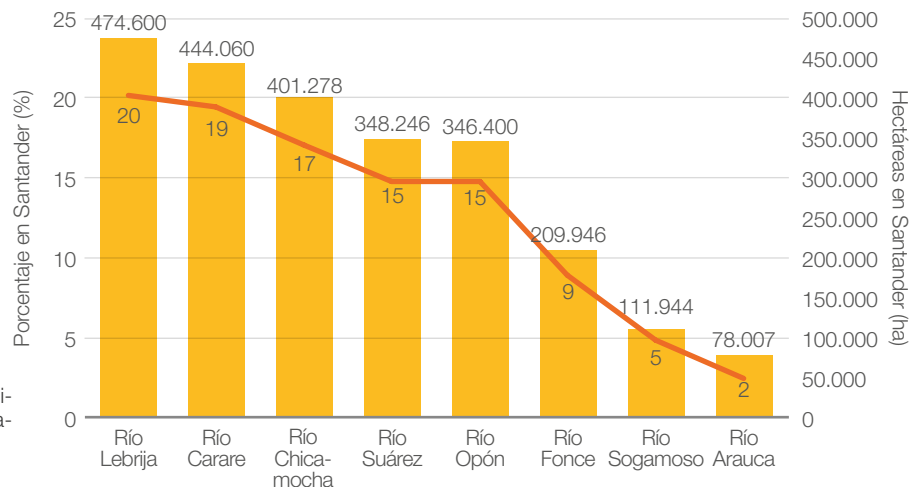
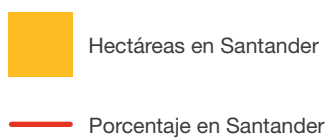
mientos y Directrices de Ordenamiento Territorial de Santander (LOTSA) es identificar y hacer posible la materialización de los intereses de los actores sociales del territorio guiados por los principios de valoración del medio ambiente, el desarrollo sostenible y la elevación de la calidad de vida.

Sin embargo, según el documento LOTSA, pese a la política de designación de áreas protegidas en el departamento, estas sufren el deterioro y la pérdida de servicios ecosistémicos y biodiversidad. Estos problemas surgen del avance incontrolado de actividades antropicas y de la poca capacidad administrativa y de gestión.

El departamento de Santander pertenece a dos grandes sistemas de vertientes hidrográficas del territorio nacional: la cuenca del río Magdalena y la cuenca del río Arauca, esta última es un componente de la vertiente del río Orinoco. Casi la totalidad del área del Departamento (98%) forma parte de la red hidrográfica de la margen derecha del Río Magdalena, conformada por un sistema de humedales y drenajes de las diferentes cuencas y ríos afluentes que drenan de la vertiente occidental de la Cordillera Oriental (Gobernación de Santander y Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga, 2014).

Las cuencas del departamento se encuentran en proceso de deterioro por la continua deforestación y ampliación de zonas de ganadería y agricultura sin la utilización de tecnologías limpia. A ello se suma la creciente contaminación por las descargas con escaso control de los residuos sólidos y líquidos ((Gobernación de Santander y Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga, 2014). La Gráfica 1 muestrea la distribución porcentual de las cuencas hidrográficas el departamento de Santander.

Gráfica 1. Cuencas hidrográficas en Santander



Fuente: Gobernación de Santander y Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga (2014).

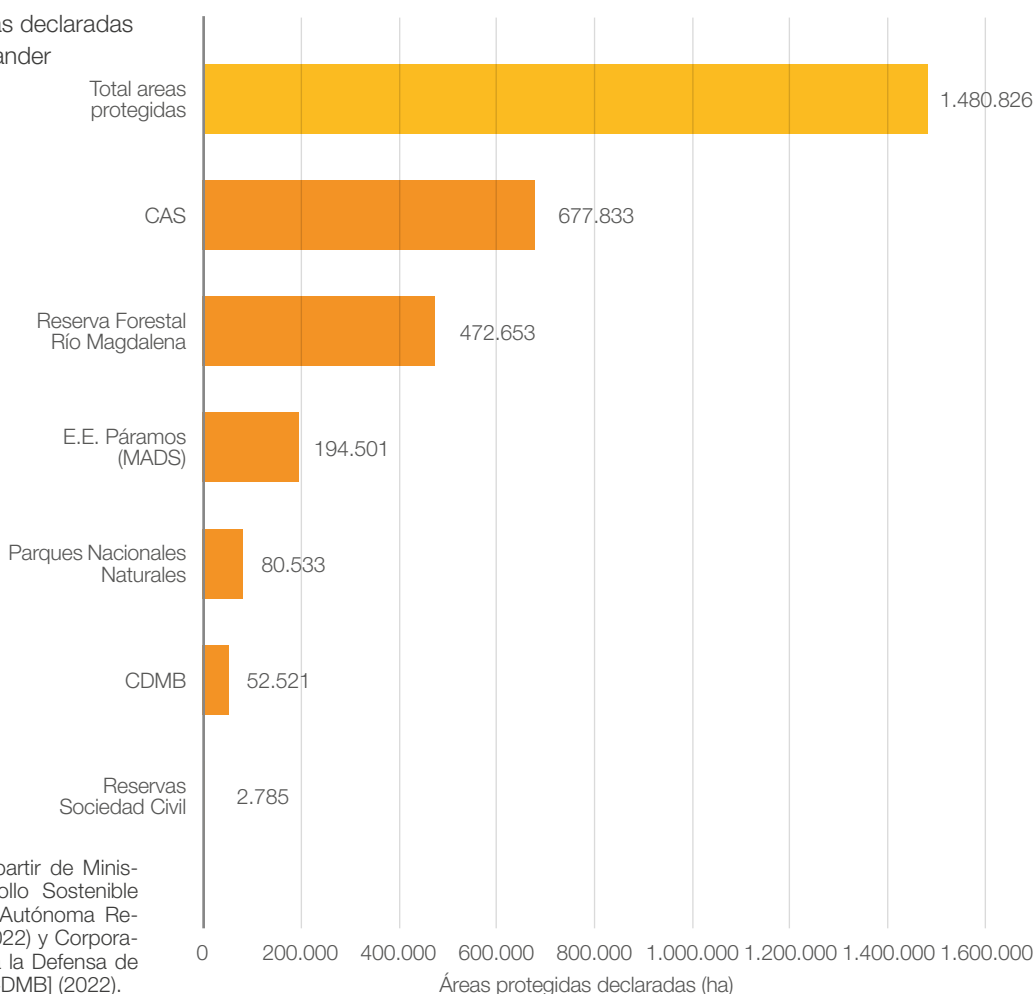
1. Documento 2014 con visión al 2030, cumplimiento de la Ley orgánica de ordenamiento territorial 1454 de 2011.
 2. Son los criterios que permiten guiar el ordenamiento territorial; la toma de decisiones respecto a los modelos de ocupación, gestión, usos y funciones del territorio; y la localización de proyectos de infraestructura. Los lineamientos orientan los planes y las acciones de los actores con intereses sobre el uso territorial departamental, metropolitano y municipal.
 3. Son el conjunto de acciones que deben impulsar las instancias político-administrativas correspondientes y todos los actores de la sociedad civil para hacer posibles los lineamientos.

ÁREAS PROTEGIDAS

Las áreas protegidas son espacios geográficos que poseen características paisajísticas y físico-bióticas singulares, y en ciertas ocasiones presentan hallazgos históricos o culturales asociados, que deben ser reservadas en alguna de las categorías de manejo existentes, para así recibir del Estado, y eventualmente de particulares, la protección y el manejo adecuados (Gobernación de Santander y Universidad Santo Tomás Seccional

Bucaramanga, 2014). Según el artículo 2 del Decreto 2372 de 2010, las áreas protegidas son áreas geográficas que han sido designadas, reguladas y administradas con el fin de alcanzar objetivos específicos de conservación. En la Gráfica 2 se observa la distribución de áreas protegidas según los diferentes ámbitos de gestión y declaratoria.

Gráfica 2. Áreas protegidas declaradas del departamento de Santander



Fuente: Cálculos propios a partir de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] (2022), Corporación Autónoma Regional de Santander [CAS] (2022) y Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga [CDMB] (2022).

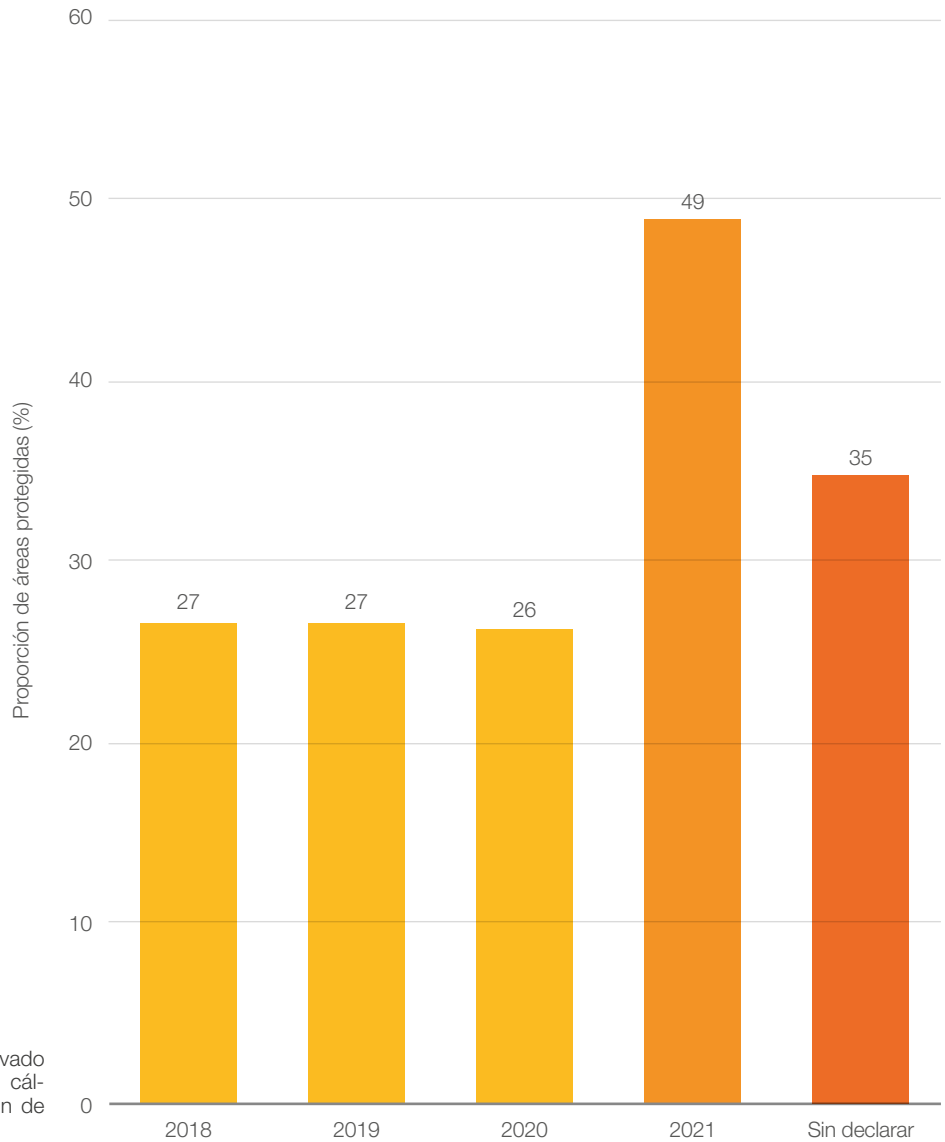
Los bosques naturales de Santander se encuentran en las áreas protegidas declaradas, que representan aproximadamente el 49,18% del área total del departamento (1.480.826 ha). De este total, la CAS tiene 677.832,79 hectáreas en su jurisdicción, la CDMB concentra 52.521,29 hectáreas (incluidas las 11.000 hectáreas del Parque Regional Páramo de Santurbán) y los Parques Nacionales Naturales (PNN) tienen 80,533 hectáreas declaradas. Por su parte, la Sociedad Civil ha definido 2.785,32 hectáreas, incluidas las áreas actualmente en trámite

para zonas de reserva. Así mismo, los Ecosistemas Estratégicos (E.E.) de Páramos —con resoluciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) vigentes hasta el año 2018— suman 194.501 hectáreas, incluidas 46.000 hectáreas de páramo potencial indicadas en la Resolución 2090 del 2014 (MADS). Por medio de esta se delimitó el páramo Jurisdicciones – Santurbán – Berlín, el cual actualmente está en un nuevo proceso de delimitación. Todo lo descrito anteriormente se resume en la Gráfica 2.

En su conjunto, las áreas protegidas “buscan contribuir en la mejor forma posible al cumplimiento de los objetivos nacionales de conservación y especialmente a la protección de las muestras más valiosas y representativas del patrimonio natural” (Gobernación de Santander, 2020). Con esta estrategia se busca

garantizar la perpetuación de los valores de biodiversidad en los espacios geográficos delimitados y priorizados para conservar. En la Gráfica 3 se aprecia la proporción de áreas protegidas declaradas entre 2018 y 2021, con un importante porcentaje aún sin declarar.

Gráfica 3. Proporción de áreas protegidas en Santander



Fuente: Años 2018 a 2021: Consejo Privado de Competitividad (2021b); año 2021: cálculos propios; sin declarar: Gobernación de Santander (2020).

Las áreas protegidas identificadas en la Gráfica 3 abarcan diferentes categorías de gobernanza pública nacional, regional y privada. Sin embargo, existe un área de importancia prioritaria en su declaratoria, como el Complejo de Humedales del Magdalena Medio, con aproximadamente 846.729 ha, y no menos de 98.837,31 ha de bosques secos, cuya conservación por ser un ecosistema natural es una prioridad (Gobernación de Santander, 2020).

Una estrategia para lograr la conservación de estos ecosistemas es el recaudo del 1% de los ingresos corrientes de entidades territoriales, para financiar proyectos de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCAS) de las

cuencas abastecedoras de sus acueductos y hacer el pago de servicios ambientales. Esto es posible, aunque estos terrenos queden fuera de su jurisdicción, como lo permite la Ley Orgánica de ordenamiento Territorial (Gobernación de Santander, 2020).

Cabe anotar que entre 2008 y 2019 el presupuesto de Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC) aumentó 89% en términos reales. De hecho, pasó de COP 52.600 millones en 2018 a COP 99.400 millones en 2019. Sin embargo, aún está lejos del presupuesto para un adecuado funcionamiento del sistema, que en 2014 se estimó en COP 681.100 millones (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2013).



ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

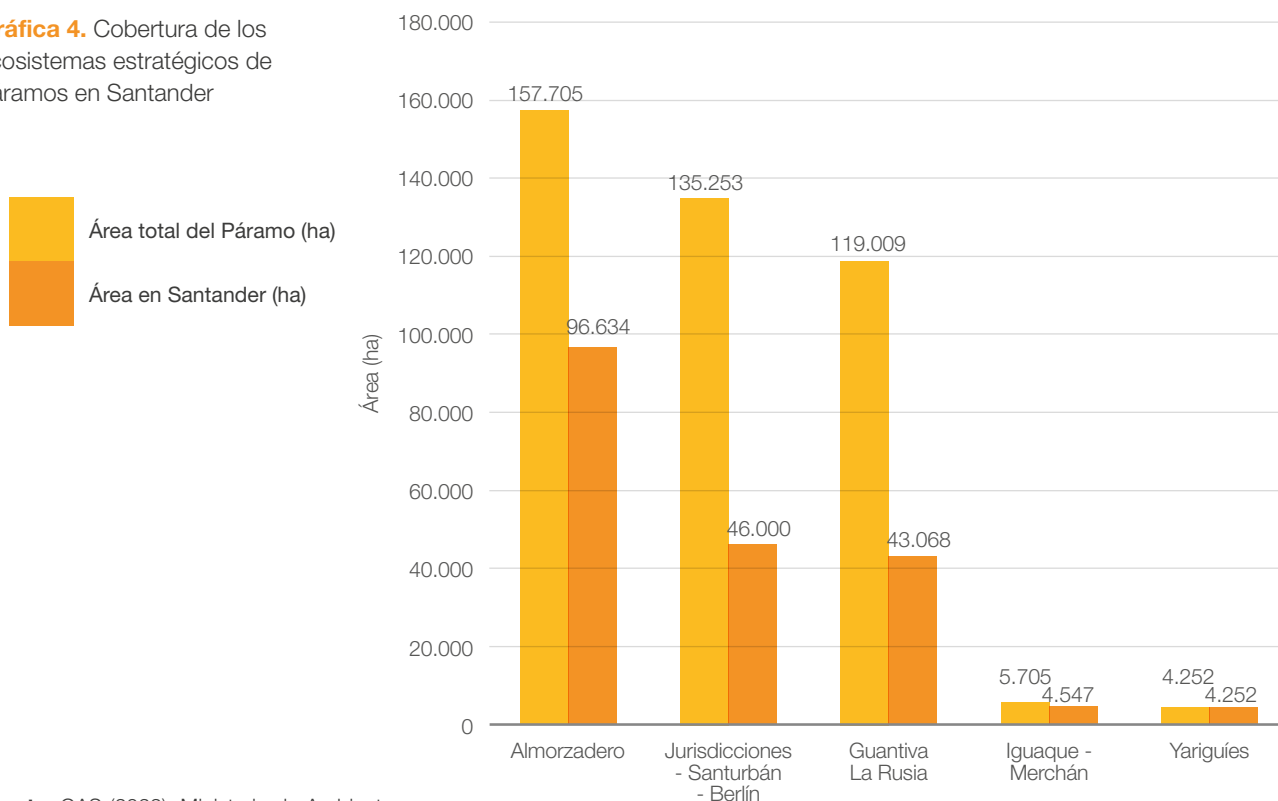
El departamento de Santander acoge en conjunto un significativo porcentaje de ecosistemas estratégicos y servicios ambientales que generan sus recursos naturales. Los servicios de los ecosistemas son los beneficios que la base natural oferta a las comunidades. Entre ellos se destacan: el suministro de agua; la depuración de la atmósfera; la polinización de los cultivos; el control de plagas y enfermedades; y, por último, la mitigación de amenazas naturales, como las inundaciones. Muchos de estos servicios son más importantes que aquellos que se cotizan en los mercados y las bolsas de valores, como el oro y el carbón; de hecho, muchos de ellos hacen posibles actividades vitales como la agricultura. Por tratarse de un concepto nuevo, aún no se han desarrollado mecanismos precisos para otorgarles un valor monetario, tal como lo tienen los metales preciosos, el petróleo, o los aceites. Por lo anterior, es de vital importancia reconocer que los servicios ecosistémicos son el patrimonio que garantiza y garantizará, en tanto riqueza natural, la calidad de vida de los santandereanos.

Específicamente, los ecosistemas estratégicos de páramos son muy importantes, si se tiene en cuenta que el 85% del agua utilizada en Colombia para consumo humano, riego y generación eléctrica nace en estos ecosistemas (CNPMLTA *et al.*, 2019). A partir de lo establecido en el artículo 173 de la

Ley 1753 de 2015 (Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018) y el artículo 4 de la Ley 1930 de 2018 (“Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia”), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene la responsabilidad de elaborar los actos administrativos para delimitar los páramos del país. Esto tiene el fin de proteger estos ecosistemas del desarrollo de actividades agropecuarias, mineras o de hidrocarburos, y potenciar su papel en la regulación del ciclo hidrológico.

Puntualmente, los artículos en mención establecen que los ecosistemas de páramos deberán ser delimitados con base en el área de referencia —generada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt a escala 1:25.000— o la que esté disponible, y con base en los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales generados por las autoridades ambientales regionales, de conformidad con los términos de referencia expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dejando claro que la delimitación será adoptada por el Ministerio mediante acto administrativo. En la Gráfica 4 se aprecia la cobertura de los ecosistemas estratégicos de páramo en Santander, según la información contenida en sus resoluciones de delimitación de Minambiente vigentes a 2018, con un total de área potencial de páramo de 194.000 hectáreas.

Gráfica 4. Cobertura de los ecosistemas estratégicos de páramos en Santander



Fuente: CAS (2022); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019, 2022).

Páramos con resoluciones de delimitación Minambiente vigentes a 2018

Las inversiones realizadas por las autoridades ambientales y la Gobernación de Santander se han dirigido a la compra de predios, el aislamiento de zonas de recarga hídrica y la restauración de flora nativa. Por tal motivo, se debe invertir en la restauración ecológica de los páramos de acuerdo con los disturbios que presenta, financiar procesos de reconversión productiva y sustituir actividades agropecuarias de alto impacto, en coordinación con otras entidades territoriales y ambientales (Gobernación de Santander, 2020).

Otro ecosistema muy importante y singular son los humedales, que debido a sus condiciones geomorfológicas e hidrológicas, permiten la acumulación del agua de forma temporal o permanente; además, tiene asociados un tipo de vegetación y organismos adaptados a los períodos hidrológicos o pulsos. En la jurisdicción de la CAS, los humedales del Magdalena se encuentran en la región del valle medio del río Magdalena, en las llanuras de inundación entre los 50 a 125 msnm. Están distribuidos en los municipios de Puerto Wilches, Sabana de Torres, Barrancabermeja, Simacota, Puerto Parra, Cimitarra y Bolívar, con un área aproximada de 846.729 ha (Gobernación de Santander, 2020).

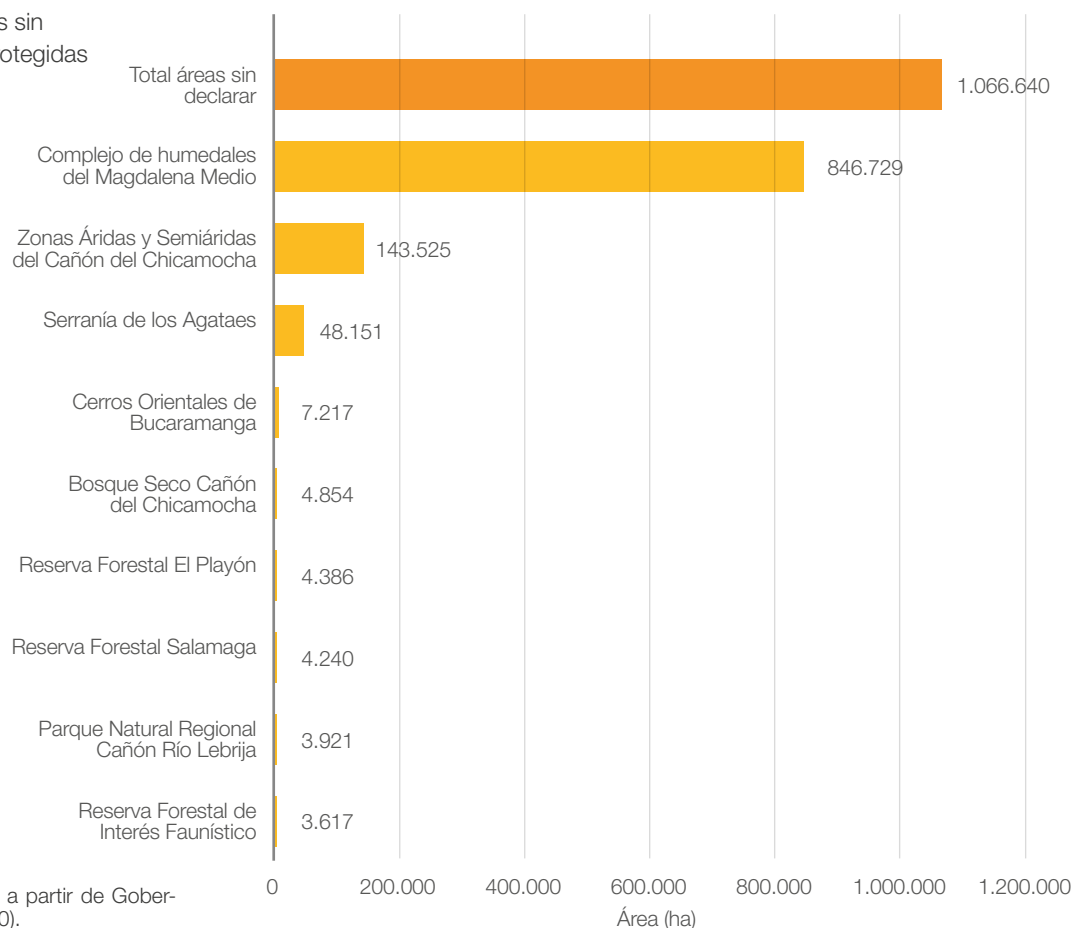
La CDMB, por su parte, ha identificado y declarado área de protección el Distrito de Manejo Integrado (DMI) del complejo de la ciénaga de Papayal, que hace parte de los humedales del Bajo Rionegro, que tienen un área aproximada de 25.743 ha y que comparten con la CAS y Corpocesar. Estos

ecosistemas deben ser protegidos con programas de reforestación y aislamiento de predios, para evitar la alteración de los causes y los ciclos hidrológicos que tienen. Además, se debe financiar los proyectos de su plan de manejo (Gobernación de Santander, 2020).

Según la normatividad, los Distritos de Manejo Integrado son un espacio de la biosfera que —por factores ambientales o socioeconómicos— se delimita para que dentro de los criterios del desarrollo sostenible se ordene, planifique y regule su uso y el manejo de los recursos naturales, al igual que las actividades económicas que allí se desarrollen. En Santander las autoridades ambientales han declarado varios DMI, sin embargo, no todos tienen planes de manejo establecidos. Estos son los documentos en los cuales se estructuran los programas y proyectos de inversión, operación, integración interinstitucional, capacitación y obras de infraestructura que para tal fin deban ejecutarse a corto, mediano y largo plazo. Los 4 Distritos Regionales de Manejo Integrado que ha declarado la CAS no tienen plan de manejo; por su parte, la CDMB tiene 4 DMI y 3 de ellos cuentan con plan de manejo (Gobernación de Santander, 2020).

Por otro lado, en Santander tanto la CAS como la CDMB han identificado áreas de interés estratégico que deben ser declaradas bajo alguna figura de protección. El interés de estas áreas surge de su riqueza biológica y la representatividad de los ecosistemas que incorporan. Estos se relacionan en la Gráfica 5, presentada a continuación:

Gráfica 5. Ecosistemas sin declarar como áreas protegidas en Santander a 2021



Fuente: Cálculos propios a partir de Gobernación de Santander (2020).



TASA DE DEFORESTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

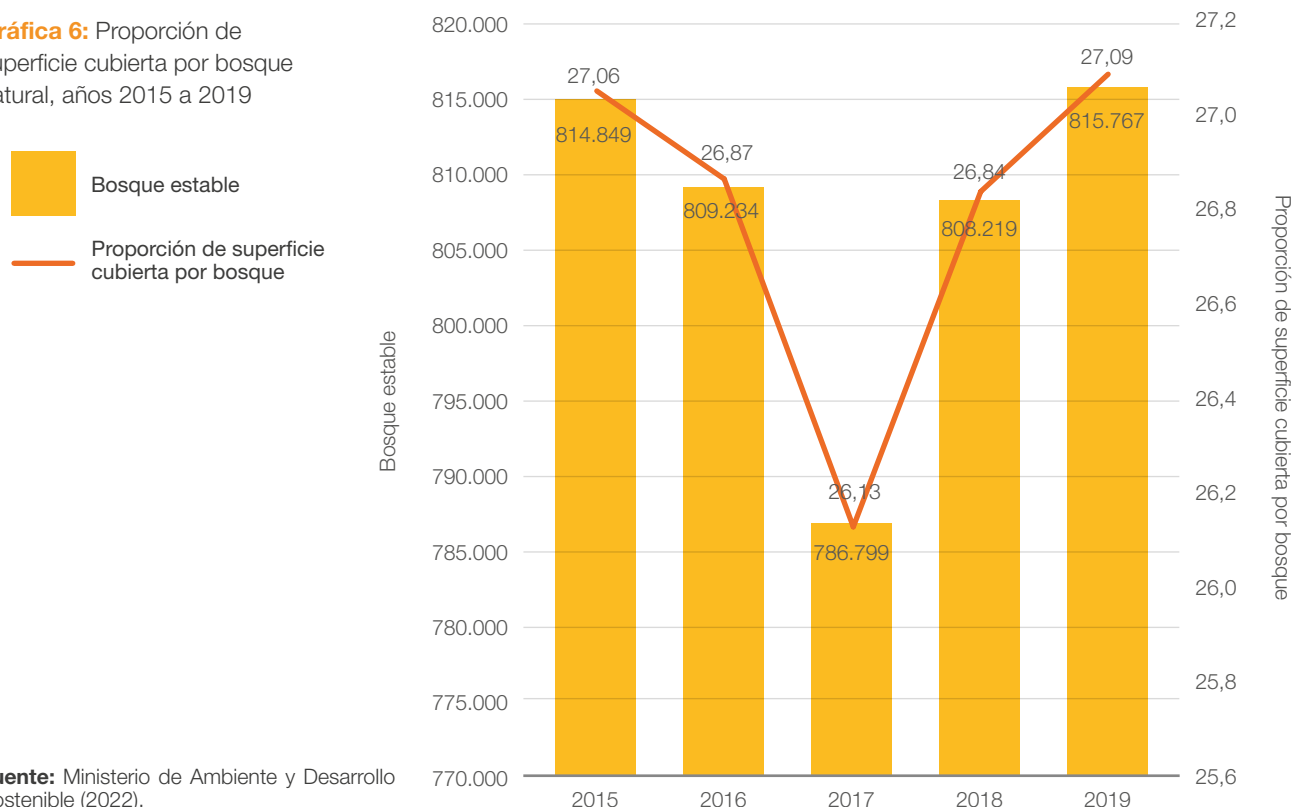
El departamento fue identificado por el IDEAM como el décimo con mayor tasa de deforestación en el país. Santander perdió 19.358 ha de bosques en el periodo 2015-2018; esto equivale al área del municipio de Bucaramanga y casi la mitad de Floridablanca juntos. Esta realidad se podría revertir. Este departamento tiene una gran potencialidad para el sector forestal, pues cuenta con un área con aptitud forestal productiva cercana a 1.755.445 ha. Entre 2008 y 2012, el aprovechamiento de madera del bosque natural en Santander fue de 11.173 m³/año. Según datos del Banco Mundial, la ilegalidad forestal en Colombia puede ser del 42% (Gobernación de Santander, 2020).

De acuerdo con el IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020), las principales causas de la deforestación fueron la praderización (orientada al acaparamiento de tierras), los cultivos de uso ilícito, las malas prácticas de ganadería extensiva, la extracción ilícita de minerales, la infraestructura de transporte no planificada, la ampliación de la frontera agrícola en áreas no permitidas y la tala ilegal. Como medida de control ante esta problemática, actualmente se está elaborando un documento CONPES. De todas formas, es posible que la emergencia sanitaria por el COVID-19 y las medidas para contener la pandemia en los países de América Latina tengan un

impacto negativo, debido a la ausencia de monitoreo durante la cuarentena estricta. Esta situación parece haber incrementado las actividades ilegales, como minería, acaparamiento de tierras y cultivos ilícitos, que son motores de deforestación (López-Feldman *et al.*, 2020).

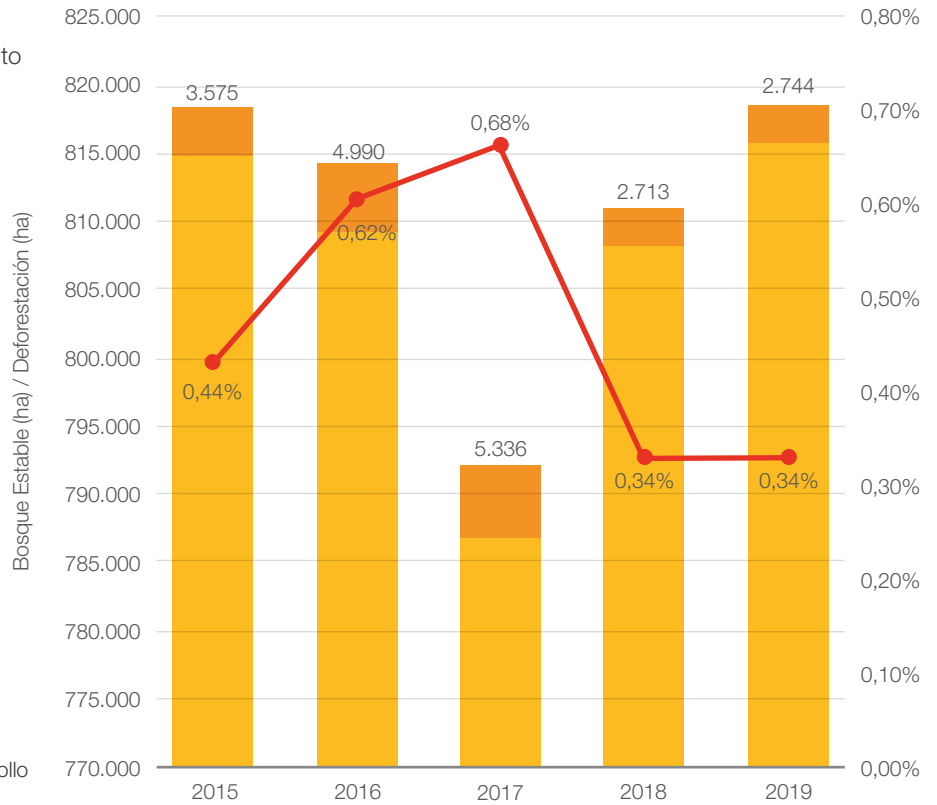
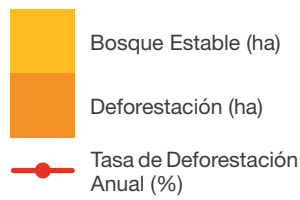
Se hizo una revisión detallada de la información sobre las áreas de bosque estable y las áreas deforestadas presentadas de manera oficial por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) del IDEAM (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). El resultado de este análisis se observa en las Gráficas 6 y 7. La Gráfica 6 muestra la proporción de superficie cubierta por bosque natural entre los años 2018 y 2019; esta presenta una tendencia creciente, pasando de 26,84 a 27,09. En relación con la variación de la tasa de deforestación (relación entre las áreas deforestadas y las áreas de bosque estable) en Santander, mostrada en la Gráfica 7, la tendencia entre 2015 y 2019 es una disminución de las áreas deforestadas frente al bosque estable; de hecho, entre el año 2018 y el 2019 lograron una estabilización relativa de esta variación. Para los años 2020 y 2021 aún no se encuentra disponible la información sobre áreas deforestadas por parte del SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Gráfica 6: Proporción de superficie cubierta por bosque natural, años 2015 a 2019



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022).

Gráfica 7. Tasa de de variación de la deforestación anual en el departamento de Santander, años 2015 a 2019



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022).



Foto: Mauricio Olaya





ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA

El índice de calidad del agua (ICA) es un indicativo de las condiciones de calidad física, química y microbiológica de las corrientes y los cuerpos de agua. El indicador muestra problemas de contaminación en un punto determinado y para un intervalo de tiempo específico; favorece la representación del estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos. Esto lo hace en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y microbiológicas (IDEAM, 2011). A partir del año 2019, la CDMB adoptó el modelo de cálculo del IDEAM — contenido en la guía *Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua 2013*—, con el fin de determinar el índice de calidad del agua, que se calcula con siete (7) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Es importante resaltar que en el año 2019 se realizó una transición en las formas de cálculo del ICA. Anteriormente se utilizaba el índice “*Water Quality Index*” (WQI), desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos. A partir del año 2019 se utiliza la forma de cálculo ICA, propuesta por el IDEAM en el ENA 2010. La Gráfica 7 presenta el comportamiento de los índices de calidad ICA —calculados con la metodología del IDEAM y la NSF— en el departamento de Santander, teniendo en cuenta diferentes puntos de medición establecidos a lo largo de 71 ríos y quebradas de la región (CDMB, 2020).

La ponderación de las variables físicas, químicas y microbiológicas puede variar en función de la relevancia para el análisis

específico de condiciones de calidad de aguas (IDEAM, 2010a). Así, los indicadores ICA básicamente son una expresión de un número de parámetros que permiten valorar el recurso hídrico para determinado uso. Los valores calculados del indicador se comparan con los establecidos en tablas de interpretación, lo que permite clasificar la calidad del agua de forma descriptiva en una de cinco categorías (buena, aceptable, regular, mala o muy mala). La comparación temporal de la calidad del agua calificada mediante las cinco categorías y colores simplifica la interpretación, la identificación de tendencias (deterioro, estabilidad o recuperación) y la toma de decisiones por parte de las diferentes autoridades. Los valores del indicador pueden ser espaciados en mapas, asociándolos al punto que identifica la ubicación de las estaciones de monitoreo (CDMB, 2020).

El indicador refleja las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de una corriente de agua, y en alguna medida permite reconocer problemas de contaminación de manera ágil, en un punto determinado y en un intervalo de tiempo específico. Además, permite identificar las posibilidades o limitaciones del uso del agua para determinadas actividades. Así, su formulación permite evaluar una amplia cantidad de recursos hídricos en forma periódica (CDMB, 2020).

La información suministrada en la Gráfica 8 corresponde a puntos de monitoreo ubicados en los municipios bajo la jurisdicción de la CDMB en las cuencas del río Lebrija y el río Suárez.

Gráfica 8. Índices de calidad del agua (IDEAM) Santander, 2016 a 2020



Fuente: CDMB (2020).

Datos anuales para los municipios en jurisdicción de la CDMB: Rionegro, Piedecuesta, Girón, Floridablanca y Bucaramanga

La CDMB cuenta con una red de 71 puntos de muestreo, para monitorear la calidad del agua de 39 fuentes hídricas del área de jurisdicción. Realiza tres campañas anuales, en las cuales se realizan los aforos de caudales, toma de muestras, análisis de laboratorio y evaluación de los resultados (CDMB, 2020). Las corrientes más contaminadas son la parte baja del río Frío y de Oro, y las quebradas Soratoque, La Iglesia, Chimitá, La Cuyamita, Las Navas, La Guacamaya, La Picha y El Carrasco. Este último recibe el vertimiento generado en la planta de

tratamiento de lixiviados del sitio de disposición de residuos sólidos El Carrasco.

Por su parte la CAS no cuenta con laboratorio de aguas propios para realizar los análisis bioquímicos del recurso. Aun así, ha dispuesto 22 puntos de muestreo; 9 sobre el río Fonce y 13 sobre sus tributarios (ríos Taquiza, Pienta y Mogoticos, y en las quebradas Moraria, Seca, Chorrera, El muerto, Cementerio, Sobacuta y Curití). Se hacen dos campañas al año para conocer la calidad del recurso (Gobernación de Santander, 2020).



Foto: Juan Diego Pinzón



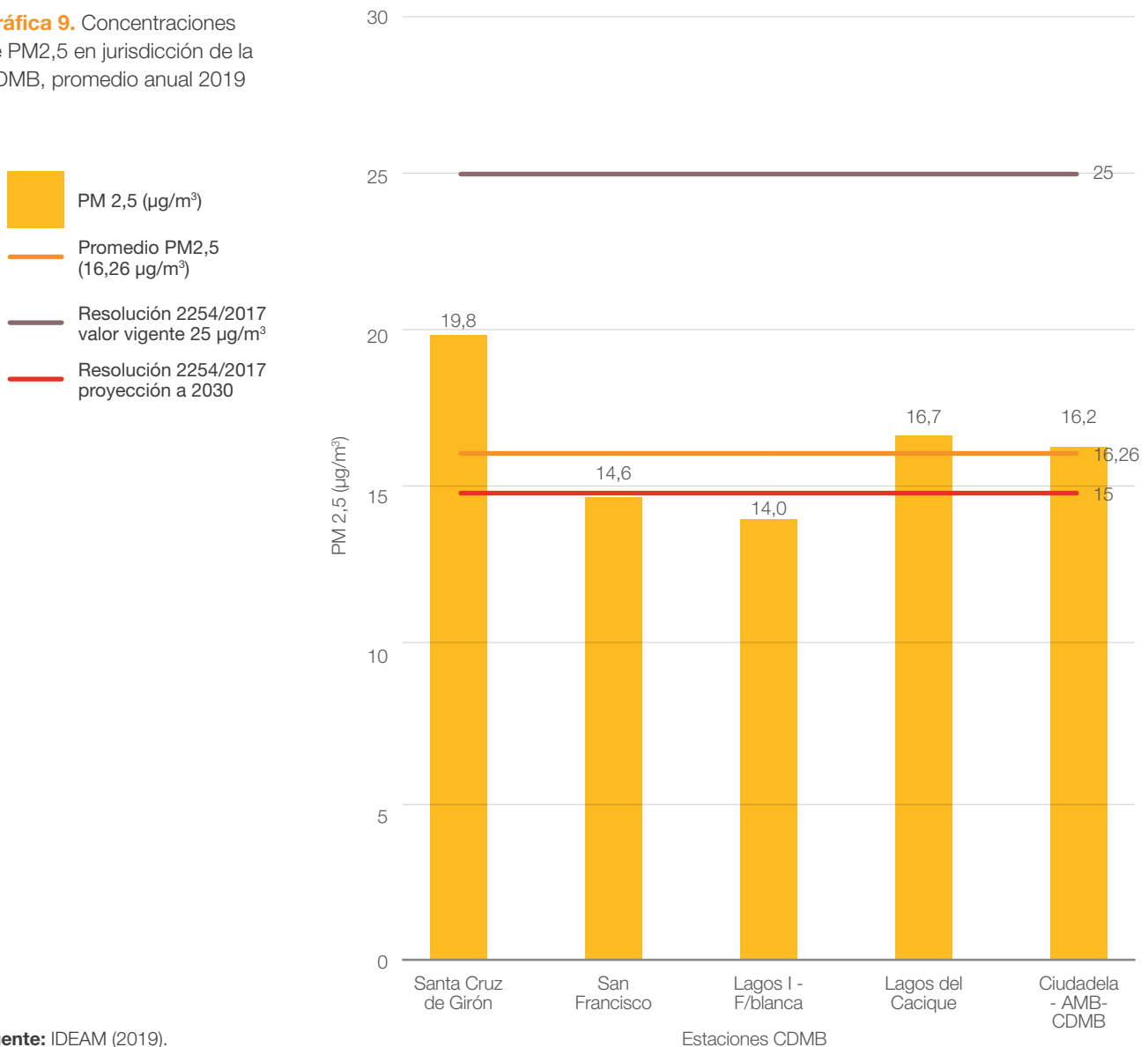
CALIDAD DEL AIRE

La calidad del aire tiene efectos a corto y largo plazo sobre la salud de las personas y, además, afecta su productividad. He *et al.* (2019) encontraron que un aumento de 10 microgramos de material particulado inferior a 2,5 micras de diámetro (PM_{2,5}) por metro cúbico reduce la producción diaria de un trabajador en 1%. En Santander, teniendo en cuenta la única información dispuesta por el Área Metropolitana de Bucaramanga y la CDMB en este municipio, se estimó que en 2019 el valor promedio de PM_{2,5} fue de 16,22 microgramos/m³, como lo menciona el Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia (IDEAM, 2019). Esta cifra es muy inferior a la cifra indicada en la Resolución 2254/2017 como valor de referencia,

25 microgramos/m³. Cabe señalar que en la normativa europea prohíbe pasar de 20 unidades.

En Colombia se pierden 6,5 años de vida por los efectos nocivos del PM_{2,5}. En los primeros meses de 2020, Bogotá y Medellín estuvieron en alerta amarilla por mala calidad del aire, causada por el transporte privado de carros y camiones y por las emisiones del sector industrial (producidas por calderas obsoletas) de ACPM o carbón. Estas medidas tienen importantes efectos en la productividad, pues traen restricciones en movilidad y logística interurbana. A su vez, este tipo de alertas son cada vez más frecuentes (Consejo Privado de Competitividad, 2021a).

Gráfica 9. Concentraciones de PM_{2,5} en jurisdicción de la CDMB, promedio anual 2019



Fuente: IDEAM (2019).



GESTIÓN AMBIENTAL

Recurso hídrico

Respecto a la gestión del recurso hídrico, según el “Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2014-2017”, elaborado en el 2018 por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el DNP, en el departamento de Santander solo 33 de los 87 municipios tienen algún sistema de tratamiento de aguas residuales, y el caudal de aguas residuales tratadas en promedio es de 804 l/s. Sin embargo, solo 28 plantas funcionan correctamente y 14 requieren ser optimizadas (Consejo Privado de Competitividad, 2021a). En el área metropolitana, únicamente Floridablanca cuenta con planta de tratamiento (la Planta Río Frio, con un caudal medio de 500 l/s), pese a que en esta área se concentra la mayor densidad poblacional del departamento.

Respecto a los residuos sólidos, 79 de los 87 municipios disponen de ellos en sitios de disposición final adecuados, mientras que 8 lo hacen en sitios no adecuados, como celdas transitorias y botaderos a cielo abierto (Gobernación de Santander, 2020). Los ingresos por la tasa retributiva en Santander son recaudados por las autoridades ambientales, y se calculan de acuerdo con la carga contaminante de los vertimientos autorizados en las fuentes hídricas (Consejo Privado de Competitividad, 2021a).

Para conservar las zonas de recarga hídrica, las autoridades ambientales y la Gobernación de Santander han unido esfuerzos para comprar predios destinados a la conservación y preservación de las fuentes hídricas. En los 13 municipios en jurisdicción de la CDMB, desde el año 1993 hasta el 2017 se compraron 91 predios; por su parte, la CAS ha reportado la compra de 2.477 hectáreas en 27 municipios (Gobernación de Santander, 2020). Igualmente, para la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales, los municipios que ya hayan adquirido predios en zonas de recarga hídrica podrán disponer el 1% para programas de PSA. Según las nuevas directrices del DNP, los

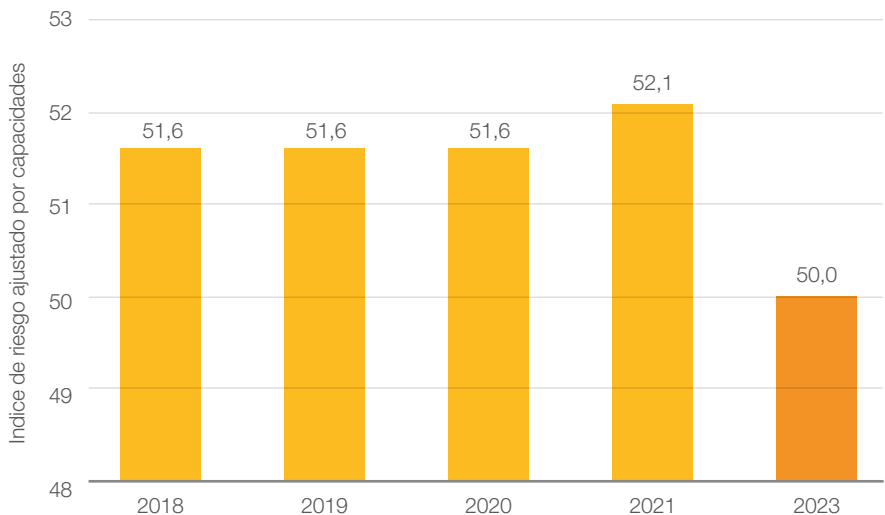
municipios y departamentos deberán incorporar en sus planes de desarrollo y presupuestos anuales, de forma individualizada, las partidas destinadas para pago por servicios ambientales y adquisición de predios (Decreto 1007/2018, art. 2.2.9.8.4.1) (Consejo Privado de Competitividad, 2021a).

Gestión del riesgo

En el departamento se presentan una gran variedad de fenómenos, con orígenes naturales, socionaturales, tecnológicos y humanos no intencionales; la ubicación geográfica del departamento y la vulnerabilidad de la población han sido detonantes para la materialización de escenarios de riesgo, que tienen una implicación social y económica alta en el territorio. Indudablemente, otra causa que ha influenciado en los diferentes escenarios de riesgo es la incidencia del cambio climático. Así mismo, la variabilidad climática acentúa los periodos normales de lluvias y bajas lluvias en el territorio. En este sentido, el reto será establecer lineamientos para poder afrontar dichos cambios, preparando a la comunidad en acciones de conocimiento, reducción y manejo de desastres.

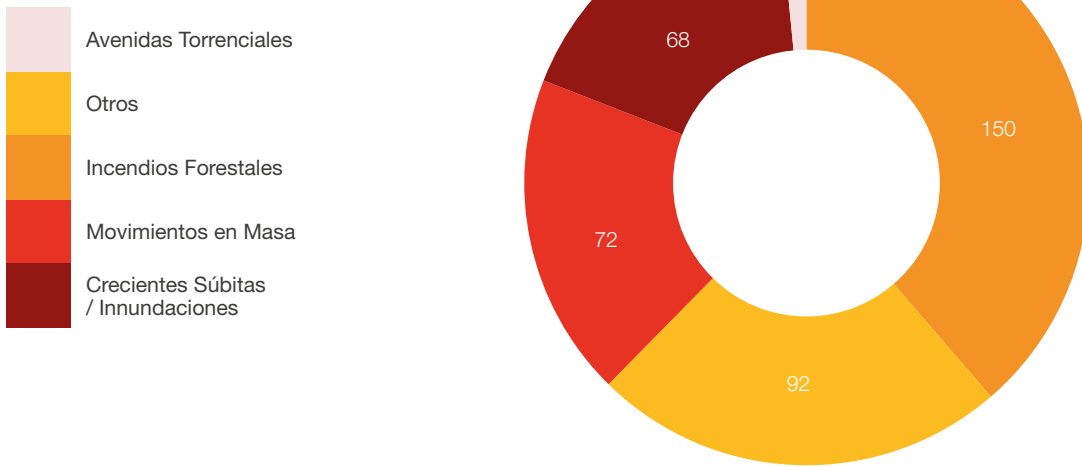
El índice municipal del riesgo ajustado por capacidades tiene en cuenta componentes como población expuesta a la amenaza de desastres, población vulnerable al desastre y área total amenazada. Dicho índice se ajusta por las capacidades financieras, socioeconómicas y de gestión de riesgo de los 87 municipios que conforman el departamento (valor entre 0 y 100, donde 100 representa alto riesgo). El objetivo estratégico es mitigar los impactos provocados por la aparición de desastres, fortaleciendo el sistema de gestión del riesgo y sus mecanismos financieros en los municipios de Santander. La meta a 2023 es disminuir en 2% el índice de gestión del riesgo de los municipios, partiendo de una línea base de 52,01% hasta llegar a 50,1% (Consejo Privado de Competitividad, 2021a).

Gráfica 10. Índice municipal del riesgo ajustado por capacidades



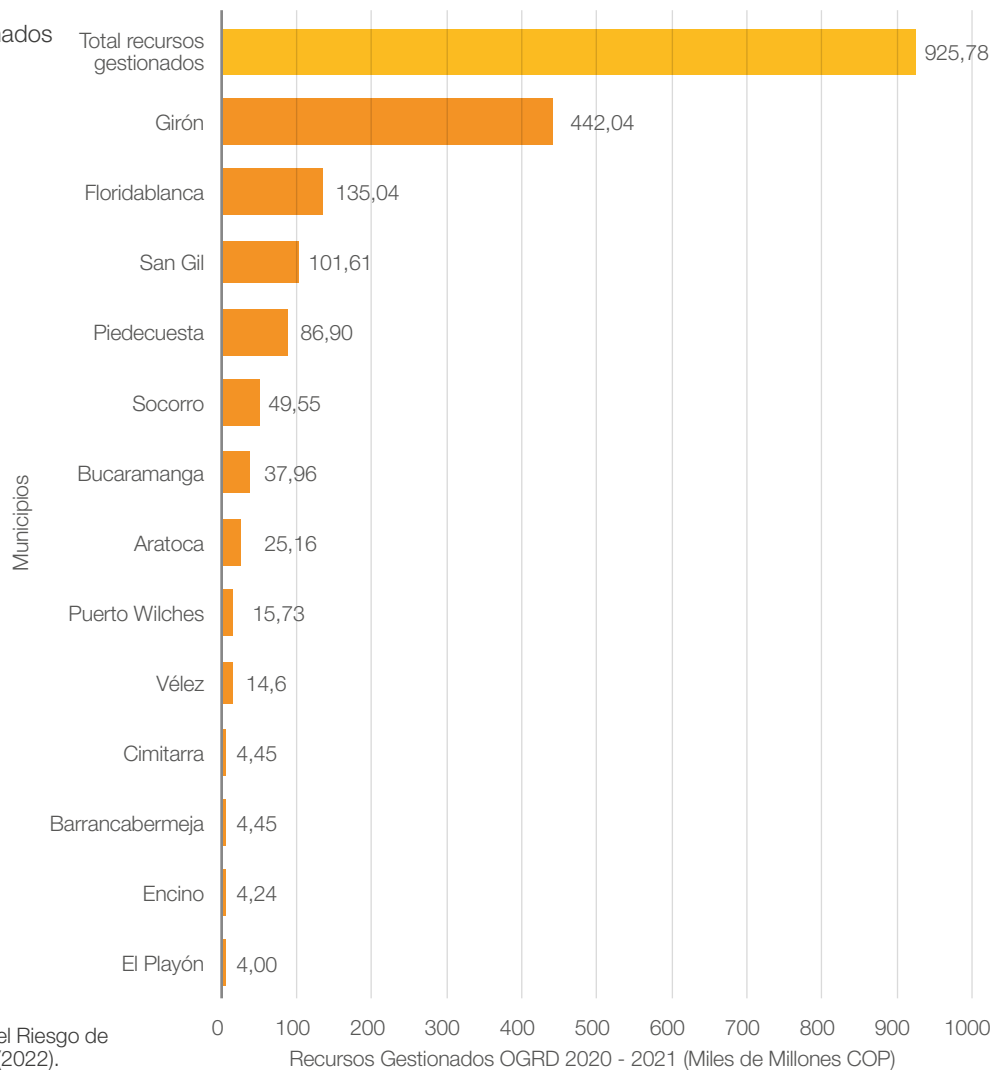
Fuente: Cálculos propios a partir de Consejo Privado de Competitividad (2021b); Gobernación de Santander (2020).

Gráfica 11. Calamidades públicas en Santander, 2020 – 2021



Fuente: Oficina para la Gestión del Riesgo de Desastres Gobernación de Santander [OGRD] (2022).

Gráfica 12: Recursos gestionados por la OGRD Gobernación de Santander, 2020 - 2021



Fuente: Oficina para la Gestión del Riesgo de Desastres de Santander [OGRD] (2022).

Gestión sectorial en economía circular

Con la transformación de 3.500 toneladas de residuos, Santander avanza en economía circular. Durante el primer año de implementación, la iniciativa empresarial de economía circular Visión 30/30, de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), ha gestionado a nivel nacional 30.073 toneladas de residuos de envases y empaques. De ellas, 3.500 fueron recolectadas en el departamento de Santander y reintegradas al ciclo productivo a través del reciclaje. Esta cifra equivale en peso a 60 aviones hércules con materiales aprovechables que no terminaron en rellenos sanitarios, y ahora se les está dando una segunda vida.

Las empresas que conforman Visión 30/30 en Santander han trabajado con actores locales, a través del proyecto Separo en Familia. De la mano con 4 gestores de residuos de la región, y gracias a la participación de más de 180 recicladores de oficio, se avanza en los propósitos planteados de fortalecer la circularidad de las cadenas (a través de la creación de valor) y de generar alianzas basadas en la confianza con una mirada

a largo plazo. El proyecto tiene cobertura en Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, Sabana de Torres y Girón.

Así mismo, desde la ANDI —en articulación con programas posconsumo, autoridades ambientales de Santander y más de 20 actores y entidades regionales— se ha trabajado en desarrollar las campañas de recolección de residuos posconsumo en un aproximado de 10 municipios, evitando que estos residuos de manejo diferenciado lleguen al relleno sanitario El Carrasco. Estas campañas se han llevado a cabo desde el año 2013 con una frecuencia semestral, y se han obtenido excelentes resultados. En estas jornadas se han recogido más de 250 toneladas de residuos, entre los que se encuentran: computadores y periféricos, envases y empaques vacíos de plaguicidas de uso agropecuario, envases y empaques de insecticidas de uso doméstico, aceites vegetales, baterías de plomo-ácido de vehículos y motocicletas, neveras, microondas, aires acondicionados, lavadoras y televisores, residuos de pilas, baterías de computador y celular, residuos de bombillas ahorradoras, tubos fluorescentes, bombillas HID y llantas. Estos tipos de residuos han sido recogidos y gestionados de manera segura gracias a la implementación de estas jornadas (ANDI, 2021).



Foto: Pablo Reinel González



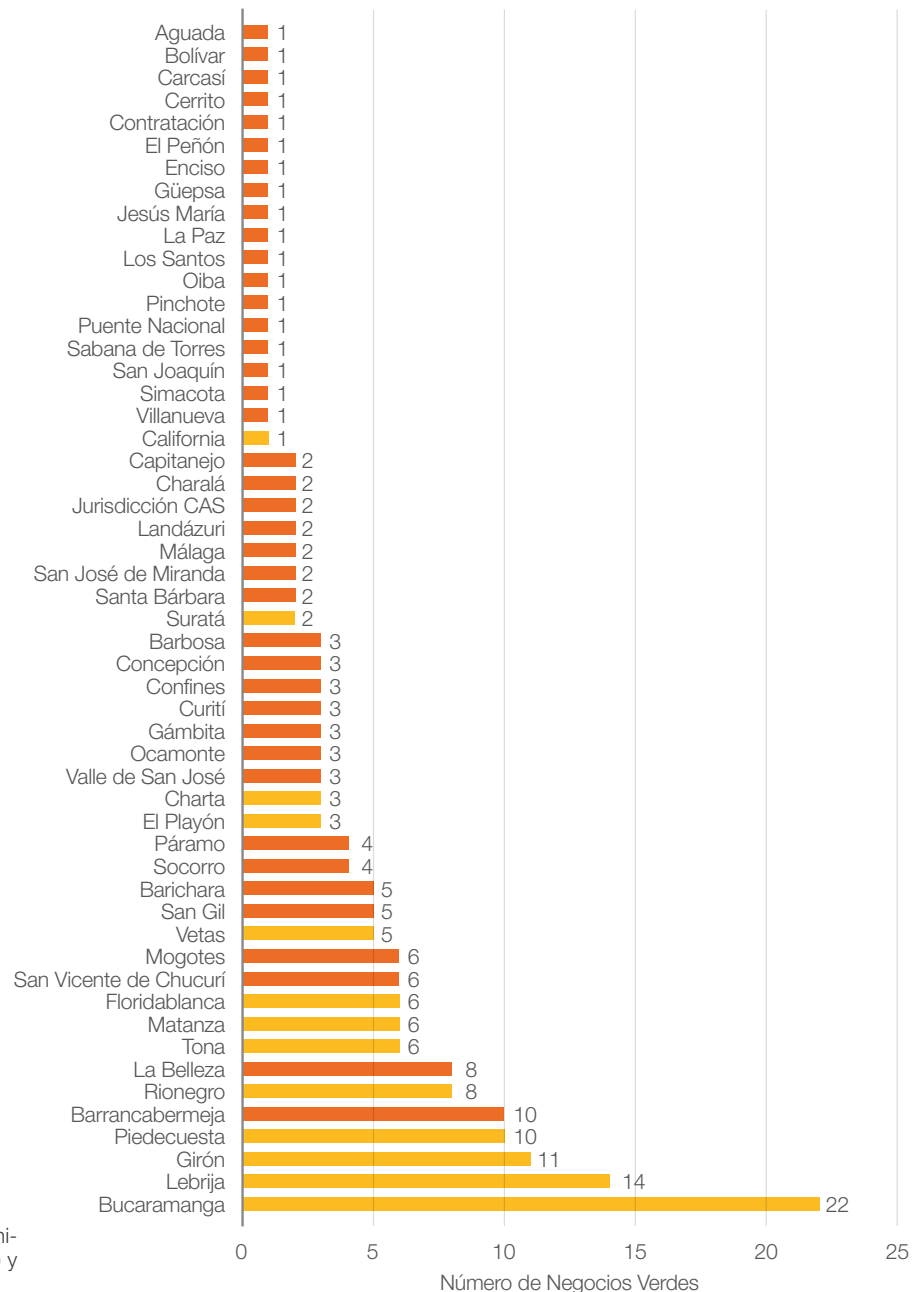
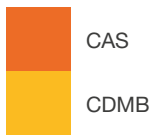
NEGOCIOS VERDES

Los negocios verdes son actividades económicas que generan impacto ambiental positivo y que, además, incorporan buenas prácticas desde lo ambiental, lo económico y lo social, enfocadas en el ciclo de vida del producto. Los negocios verdes se configuran como una alternativa productiva sostenible de bajo impacto, con la posibilidad de aportar a los procesos de reconversión y sustitución gradual de actividades en ecosistemas de páramos, así como a la generación de nuevas posibilidades de articulación económico-ambiental, desde

cualquier sector y en todo tipo de ecosistemas (Aramendis y Rodríguez, 2021).

Actividades como la agricultura con enfoque orgánico o agroecológico, el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad en diferentes niveles (con actividades como el ecoturismo) o el establecimiento de viveros de alta montaña tienen un amplio potencial. Del mismo modo, son negocios verdes las soluciones basadas en la naturaleza, por su carácter regenerativo en los ecosistemas.

Gráfica 13. Número de negocios verdes en Santander

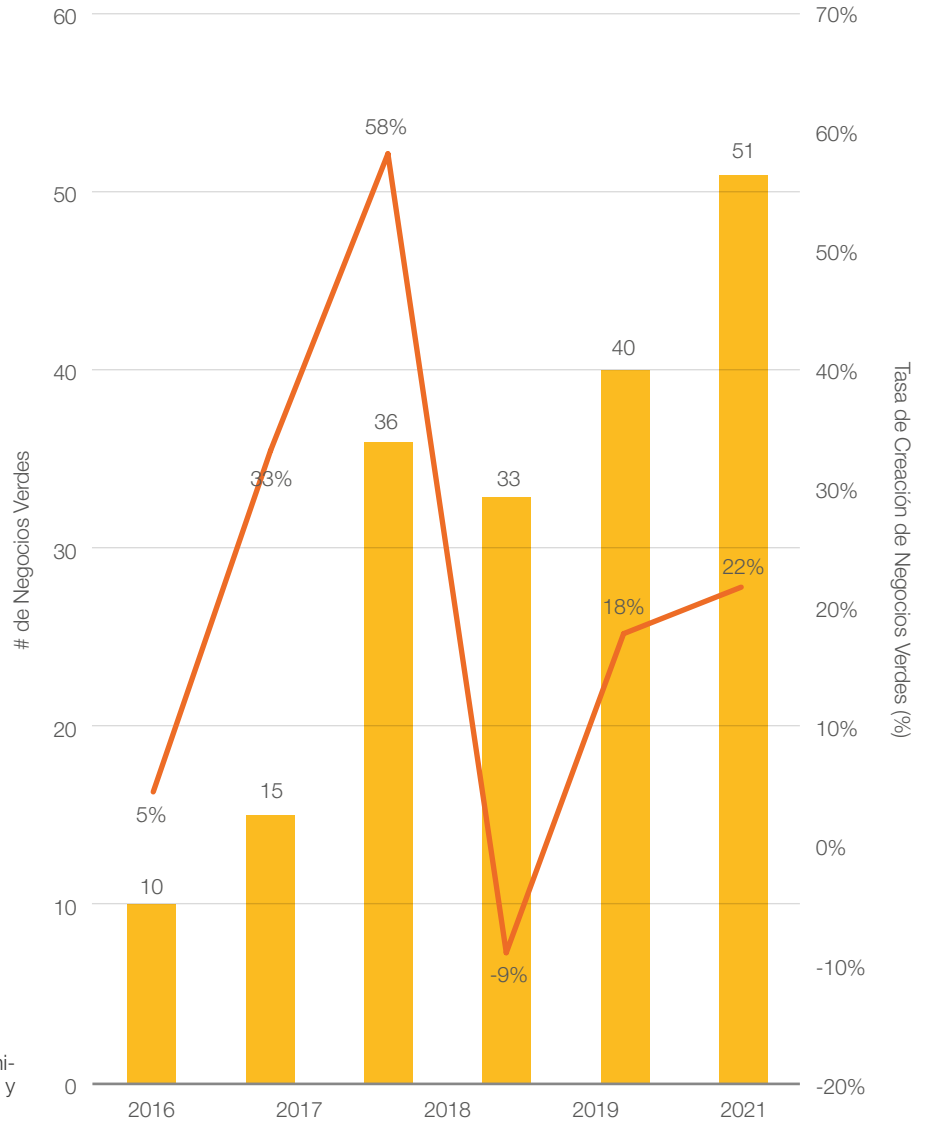


Fuente: Cálculos propios a partir de Ventanillas Únicas de Negocios Verdes CAS (2021) y CDMB (2021).

La Resolución 894 del 02 de Octubre de 2017, por medio de la cual se crea la Ventanilla Única de Negocios Verdes de la CAS, introduce este nuevo concepto que propende por producir conservando y conservar produciendo, con base en el capital natural de la jurisdicción de cada vigencia. A la

fecha, la Ventanilla de Negocios Verdes cuenta con 101 negocios verificados. La meta para el 2021 consistió en hacer seguimiento a 71 iniciativas e identificar y verificar 30 nuevas iniciativas, para un total de 101 negocios constatados y vinculados a la ventanilla.

Gráfica 14. Tasa de creación de negocios verdes en Santander, 2017 - 2021



Fuente: Cálculos propios a partir de Ventanillas Únicas de Negocios Verdes CAS (2021) y CDMB (2021).

Según estudios de Fedesarrollo, el 49,5% de la población en el Páramo realiza actividades agrícolas; un 53% en cultivos (permanentes y transitorios) y un 25% de esa población activa en ganadería y pastos (Delgado Barrera, 2019). Según estudios del DANE y el MADS, el promedio de la población activa en la región está en un 48%. Es decir que de las, aproximadamente, 77.000 personas que moran en la región del páramo Santurbán, 36,960 están trabajando; de estas 19,588 lo hacen en agricultura, y solo 9.240 lo hacen en ganadería y pastos.

De esos 19.588 que trabajan en modelos agropecuarios tradicionales, solo 978 trabajan en modelos sostenibles de agricultura, agroecología, permacultura, silvopastoril intensivo lechero bovino y caprino, etc.; esto es menos de un 5% del total iden-

tificado. Sin embargo, Fedesarrollo reporta ventas anuales por 4.588 millones de pesos. Teniendo en cuenta la constante identificada por la Oficina de negocios verdes, estos productos tienen un incremento promedio en precio del 45%, y ahorros en operativos (fertilizantes) que van del 50% al 100%. Esto genera mayores márgenes para los productos, además de aumento de competitividad frente a productos tradicionales (Delgado Barrera, 2019).

La conformación del nodo departamental de Negocios Verdes se dio en el mes de mayo de 2020. La CDMB asumió el rol de secretaría técnica del nodo, y este lo conforman el MADS, la Gobernación de Santander y las corporaciones autónomas regionales con jurisdicción en el departamento (CDMB y CAS).



RECOMENDACIONES

Acción pública. Continuar la consolidación e implementación del plan de acción del Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) Andes Nororientales, aprobado por el Comité Directivo en el año 2018.

Esto se puede hacer a partir de varias iniciativas desarrolladas en la región para articular acciones en torno a la conservación y protección de áreas protegidas y ecosistemas estratégicos, como el denominado Grupo de Ecosistemas Estratégicos del Nororiente (GENOR-ENOR⁴), creado para responder a los compromisos y temas que identifican los miembros de este subsistema en el marco de sus funciones.

Acción pública. Orientar la estrategia del sector forestal al manejo sostenible de los bosques, y aprovechar las potencialidades en las zonas que lo permitan que ya están identificadas por el IDEAM o las CAR en Santander.

Para desarrollar el sector forestal, se requiere del acompañamiento de CONIF, MADR e ICA. Hay en Colombia 40 empresas dedicadas a la producción de material vegetal y, aunque hay 70 especies para reforestación comercial, se utilizan principalmente 12 especies, entre las que predominan las coníferas y especies foráneas. Uno de los retos es tener un plan estratégico que integre la producción con el mercado nacional e internacional.

Un mecanismo para reducir las presiones sobre los bosques es valorizarlos, al igual que a sus servicios ecosistémicos. Colombia tiene potencial en economía forestal; el 52% de la cobertura terrestre nacional corresponde a bosque natural, esto es, cerca de 60 millones de hectáreas. A 2019, el 3,73% de ellas corresponden a Santander. Además, destaca el potencial para el establecimiento de plantaciones forestales (24,8 millones de hectáreas). Sin embargo, para junio de 2019, solamente 568.769 hectáreas tenían plantaciones comerciales establecidas.

Adicionalmente, en la coyuntura del COVID-19, los proyectos de reforestación de bosques naturales y comerciales, al igual que los pagos por servicios ambientales e incentivos a la conservación, pueden servir como estrategia de reactivación económica, en el corto plazo, y de adaptación y mitigación al cambio climático. Además, en su fase inicial de implementación, estos proyectos son altamente intensivos en mano de obra y pueden proveer una nueva fuente de ingresos a los agricultores. Así, es posible realizar un aprovechamiento por inversión forzosa de no menos del 1% como apuesta innovadora.

Acción pública. Orientar esfuerzos desde la política pública departamental para el desarrollo social y económico de las zonas rurales.

Teniendo en cuenta el documento CONPES 3867, “Estrategia de preparación institucional para la paz y el posconflicto”, se debería direccionar esfuerzos desde la política pública departamental para el desarrollo social y económico de las zonas rurales, en temas como:

“(i) la generación de ingresos y proyectos productivos agropecuarios, no agropecuarios, turísticos y culturales; (ii) la garantía de derechos sociales con enfoque territorial y diferencial para la igualdad de oportunidades (seguridad alimentaria, cultura, salud, educación, seguridad social, mecanismos de protección a la vejez, vivienda, agua potable y saneamiento); (iii) vías regionales, conectividad y bienes públicos para la paz; y (iv) ordenamiento del suelo y de la propiedad rural (catastro multipropósito y POT modernos)” (DNP, 2016).

Es importante tener en cuenta que los planes de ordenamiento territorial deberán considerar, a su vez, la implementación de estudios hidrogeológicos más detallados, con el fin de acompañar la toma de decisiones basadas en el agua como prioridad regional, especialmente en municipios con riesgo crítico de desabastecimiento (p. ej., Barichara, Bucaramanga).

Acción pública. Implementación del Plan de Gestión del Cambio Climático.

La Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés) es la contribución del país al compromiso global de mitigación, en el marco del Acuerdo de París. Para cumplir este objetivo se han formulado 20 planes integrales de gestión de cambio climático territoriales (PIGCCT) por parte de los departamentos, y ocho planes sectoriales (PIGCS) por parte de los ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural; Minas y Energía; Ambiente y Desarrollo Sostenible; Transporte; Vivienda, Ciudad y Territorio; Comercio, Industria y Turismo; Hacienda y Crédito Público; y Salud y Protección Social. Para 2020 se espera que todos los planes, en los cuales se establecen acciones y metas para lograr los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero (GEI), estén formulados o ajustados.

Es por lo anterior que el departamento de Santander debe continuar avanzando en la implementación de su Plan Integral

de Gestión del Cambio Climático Territorial 2030 (PIGCCST) y de la Ley 1931/2018. Igualmente, debe trabajar en la consolidación de otros instrumentos allí contenidos, como el Consejo Nacional Climático, el programa de cupos transables, lineamientos para el POT e inversión municipal asociada al nivel de riesgo ante el cambio climático, entre otros.

Coordinación público-privada. Rediseñar el conjunto de políticas e incentivos; articulados con políticas y regulaciones vigentes más amplias, como políticas agrícolas, energéticas y sobre bioenergía.

Desde la reforma rural integral de los acuerdos de paz, la zonificación ambiental, la delimitación de la frontera agrícola y la caracterización del uso de las áreas que deben tener un manejo ambiental especial (tales como zonas de reserva forestal, zonas de alta biodiversidad, ecosistemas frágiles y estratégicos, cuencas, páramos y humedales y demás fuentes y recursos hídricos) permiten proteger la biodiversidad, al igual que el derecho progresivo al agua y demás recursos naturales para la población, lo cual propicia su uso racional (Gobierno de Colombia y FARC-EP).

Hay que resaltar la necesidad de rediseñar el conjunto de políticas e incentivos, articulados con políticas y regulaciones vigentes más amplias, como las políticas agrícolas, energéticas y sobre bioenergía (Pelkmans *et al.*, 2013). La promoción de esta megatendencia desde la I+D+i propone analizar el potencial de contribución de las fuentes de obtención de biocombustibles de primera y segunda generación, de la restauración de tierras degradadas, de la ordenación de cuencas hidrográficas y de la gestión de la propiedad rural.

El ordenamiento ambiental en los años recientes ha traído conflictos socioambientales al territorio colombiano, y el departamento de Santander no es la excepción. Es imperativo trabajar en la prevención de estos conflictos a través de políticas públicas, estrategias de educación ambiental y herramientas participativas que faciliten la divulgación de información y permitan llegar a acuerdos con actores a nivel local en el territorio, para la gestión integral de las cuencas hídricas. En este sentido, la ratificación del acuerdo de Escazú es una tarea prioritaria en manos del Congreso de la República, que aún está pendiente.

Así mismo, las entidades territoriales, las autoridades ambientales regionales y el sector privado pueden articularse con la estrategia nacional de educación ambiental “SAVIA”, que fue lanzada en octubre de 2021 por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible para la promoción de la cultura ambiental, la construcción de contenido y la apropiación del conocimiento asociado al uso y la conservación de la biodiversidad. Esta es la estrategia más importante del Gobierno nacional sobre temas de educación y participación ciudadana en la política ambiental; con ella se espera educar a toda la población en estos temas, desde los niños de cero a cinco años hasta los estudiantes universitarios, las amas de casa y los adultos mayores.

Coordinación público-privada. Construcción y puesta en marcha de la Política Pública para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Esto se debe hacer a través de la promulgación del CONPES 4050 de 2021, que sienta las bases fundamentales para el futuro de estas áreas protegidas, como base para la estrategia de conservación y desarrollo del país, un tema crucial para la adaptación al cambio climático. De hecho, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022 (“Pacto por Colombia, pacto por la equidad”) plantea dentro sus bases transversales un pacto por la sostenibilidad, llamado “Producir conservando y conservar produciendo”. Esta apuesta contiene acciones, metas e indicadores estratégicos para la gestión ambiental durante el periodo 2018 – 2022. Además, define cuatro líneas estratégicas, dentro de las cuales se encuentra la denominada “Biodiversidad y riqueza natural, activos estratégicos de la Nación”. Esta apunta a prevenir el deterioro de la biodiversidad, consolidar su conservación y, en este marco, generar las condiciones que permitan avanzar en su uso sostenible, aportando beneficios a las comunidades locales.

Por lo anterior, se define como una acción estratégica la formulación de una política pública para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) con una visión 2020 – 2030, que enfatice en su manejo efectivo y en la prevención y solución diferencial de los conflictos derivados de uso, ocupación, y tenencia; establezca los lineamientos para racionalizar la creación de nuevas áreas; avance en el reconocimiento de estrategias complementarias de conservación; y permita alienar los instrumentos de planificación del Sistema.

Coordinación público-privada. Crear un programa de empleo para dar continuidad a la formulación de planes de manejo de áreas protegidas, que puede ser financiado por las inversiones forzosas y para compensación de biodiversidad.

Ante la pérdida de empleos causada por el COVID-19 y las medidas de contención, es necesario identificar fuentes de empleo en el corto plazo que eviten que un mayor número de personas caigan en pobreza. Por otro lado, la deforestación y degradación de ecosistemas de páramos en el departamento de Santander implica altos costos en términos de crecimiento y resiliencia en el mediano plazo, así como graves afectaciones al mejoramiento de la seguridad hídrica en una región que se encuentra actualmente en cifras rojas con respecto al futuro hidrológico y de disponibilidad del recurso (IDEAM, 2018). En efecto, uno de los principales riesgos que enfrenta Santander de cara al cambio climático es la pérdida de fuentes de agua, principalmente páramos. Por consiguiente, es deseable crear un programa de empleo que atienda estas dos problemáticas. Este puede ser financiado por las inversiones forzosas y para compensación de biodiversidad, con el fin de dar continuidad a la formulación de planes de manejo de áreas protegidas, específicamente: el páramo de Santurbán y Bosques de Misiguay (14.505 ha), y la zonificación y los regímenes de usos del pára-

mo de Santurbán - Berlín. Así mismo, se requiere disponibilidad de plántulas y sitios para intervenir.

Mediante el documento CONPES 3886 y el Decreto Ley 870 de 2017 se creó el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), que establece un pago a la conservación de bosques y ecosistemas estratégicos, reconociendo el costo de oportunidad que enfrentan los propietarios de los terrenos. El programa cuenta con una ruta de implementación a 2030, y su meta es alcanzar un millón de hectáreas con el instrumento.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta la Sentencia T-361/2017 de la Corte Constitucional para la nueva delimitación del páramo Jurisdicciones-Santurbán-Berlín, en el departamento de Santander se debe considerar el desarrollo de programas de PSA en este ecosistema estratégico. Además, se debe evaluar programas piloto de reconversión productiva en municipios que cuentan con gran parte de su área municipal en los ecosistemas de páramo y subpáramo, como resultado del proceso de nueva delimitación, actualmente en curso por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Las autoridades ambientales regionales podrían, a su vez, habilitar a gremios como el de la construcción y transporte para implementar sus planes de compensación ambiental forzosa en la restauración de ecosistemas localizados más allá de las zonas de influencia de impacto directo de sus proyectos, en áreas habilitadas y con espacio para recibir tales esfuerzos.

Uno de los principales retos para el desarrollo del sector forestal y la conservación de los bosques en el país es la tala ilegal. De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el subregistro de tala ilegal en el país es del 47% de la madera comercializada. La falta de capacidades a nivel local de las CAR para el control y vigilancia del aprovechamiento y movilización de este recurso es una barrera para la formalidad y legalidad del sector. De hecho, las corporaciones en las regiones con mayor cobertura de bosques son las que más carecen de recursos económicos y técnicos para controlar el aprovechamiento de estos ecosistemas, supervisar la implementación de los planes de manejo que aprueban y dar asistencia técnica (Gobernación de Santander, 2020).

Coordinación público-privada. Ampliar la Red de Monitoreo Departamental de Calidad del Agua.

La Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) deberá implementar la red de monitoreo en su jurisdicción, para ampliar la cobertura del indicador ICA a todo el departamento y contar con una mayor precisión en las condiciones de calidad del agua. Esto con el fin de identificar el uso potencial de estas fuentes hídricas en el entorno socioeconómico y de crecimiento verde regional.

También es imperativo contar con planes de ordenamiento de cuencas hidrográficas que contemplen al departamento en su totalidad en la medición de los parámetros establecidos por el ICA y el IDEAM desde el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2018. De esta forma es posible orientar los esfuerzos público-privados hacia el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales, tanto en entornos rurales como urbanos del

departamento de Santander. Esto último ayudará a que se tomen decisiones asertivas sobre el uso agua y los planes de descontaminación del recurso hídrico, que favorezcan el incremento de los índices de competitividad departamental en contraste con la nación.

Coordinación público-privada. Profundizar en la investigación de las fuentes de agua subterránea que abastecen los acueductos en épocas de sequías o del Fenómeno del Niño.

En consideración a la variabilidad climática que enfrentamos, y para tomar medidas certeras en términos de prevención y conservación del agua subterránea, es sumamente relevante para el departamento de Santander hacer investigaciones científicas que respondan a preguntas relacionadas con las fuentes de abastecimiento de aguas subterráneas, entre otras: ¿de dónde se origina el agua que llega a los acueductos de Santander en temporadas secas?, ¿cuáles son los elementos geológicos que determinan el almacenamiento de agua?. Particularmente, para el caso de los acueductos del Área Metropolitana de Bucaramanga, el Informe Hidrogeológico del Macizo de Santander (INGEOMINAS, 2009) identifica principalmente tres (3) acuíferos en la provincia de Soto Norte, en los sectores de El Picacho (corregimiento de Berlín, municipio de Tona), Tona (Acuífero de Tona) y el acuífero del municipio de Suratá. Todos están ubicados en la parte alta del Macizo de Santander y almacenan millones de metros cúbicos de agua.

Estos acuíferos recogen el agua de las temporadas de lluvias y la almacenan para las temporadas secas. Por tal motivo, es importante determinar las medidas adecuadas para prevenir el desabastecimiento y garantizar la calidad de estas fuentes subterráneas, que en las épocas de sequía son las que en gran medida surten al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. Esto se debe hacer a través de estudios de más detalle que complementen el de INGEOMINAS (2009), para responder a preguntas tales como: ¿Qué volumen y calidad de agua tenemos en estos tres (3) acuíferos identificados por el INGEOMINAS desde el año 2009?, ¿cómo estamos cuidando esos acuíferos?, ¿están estos en riesgo de desaparecer?, ¿hasta dónde la minería de oro, bien sea tradicional o más industrializada, los afecta? Los estudios de detalle de la geología e hidrogeología en esta parte alta del Macizo de Santander seguramente brindarán respuestas claves en este análisis.

Coordinación público-privada. Continuar fortaleciendo la mesa de economía circular del departamento de Santander.

Esta mesa es una plataforma para desarrollar proyectos y para obtener información regional sobre economía circular, sus avances y las barreras de implementación de casos. Se busca que esto permita establecer marcos de acción en el corto y mediano plazo a nivel local-regional, con el apoyo del Gobierno nacional, y que, a su vez, sirva como un espacio para gestionar el agenciamiento de recursos nacionales e internacionales para la región. Hoy esta mesa cuenta con 26 proyectos de economía

circular que han podido ser mapeados. Estos apuntan a solucionar problemáticas diversas relacionadas con la valoración y disposición final de residuos sólidos convencionales y peligrosos, los vertimientos, las prácticas agropecuarias inadecuadas, el aprovechamiento forestal, los sistemas de riego y el desaprovechamiento de recurso energéticos renovables.

Coordinación público-privada. Validar el funcionamiento y vigencia de los negocios verdes creados bajo la dinámica establecida por las corporaciones autónomas regionales del departamento.

Esta recomendación es clave, pues se cuenta con un comportamiento positivo en torno a la creación de estos, pero no existe un monitoreo y seguimiento del crecimiento económico de cada negocio verde. Es importante contar con un control

constante para verificar que las inversiones realizadas por la CAS y la CDMB en el departamento sean justificables, y que estos negocios verdes representen parte del crecimiento regional.

Acción privada. Evaluar medidas para que el sector privado pueda invertir en la conservación de áreas del Sistema Departamental de Áreas Protegidas (SIDAP).

Esto puede darse bien sea como usuarios de los Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), por responsabilidad social empresarial, por filantropía o como compensaciones formales producto del sistema de licenciamiento ambiental. Así mismo, es imperativo trabajar en iniciativas que le permitan al departamento avanzar en el aumento de las declaratorias de áreas protegidas departamentales, para fomentar su posicionamiento en los escenarios de planificación y en el ordenamiento territorial.



Foto: Mauricio Olaya



REFERENCIAS

- 1 ANDI. (2021). *Visión 30/30*. ANDI Más País. <http://www.andi.com.co/Home/Pagina/1040-vision-3030-gestion-de-envases-y-empaques>.
- 2 Aramendis, R. H. y Rodríguez, A. G. (2021). Oportunidades de la bioeconomía para la recuperación pospandemia de COVID-19 Un análisis basado en las recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios Colombia 2019. *Recursos Naturales y Desarrollo*, 206, 102. <https://hdl.handle.net/11362/47182>
- 3 Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS. (2022). *Radicado CAS 80.30.1052-2022*.
- 4 Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga [CDMB]. (2020). *Informe Anual de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua*.
- 5 Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga [CDMB]. (2022). Proyectos o iniciativas que desde la CDMB se están articulando para promocionar los negocios verdes cumplimiento de las metas del plan de acción vigente. En *Radicado CDMB 659 de 2022*.
- 6 CNPMLTA, Quantis Internacional y Insitu. (2019). *Resultados de la iniciativa El Agua Nos Une*.
- 7 Consejo Privado de Competitividad. (2021a). *Crecimiento Verde*. <https://compite.com.co/informe/informe-nacional-de-competitividad-2021-2022/crecimiento-verde/>
- 8 Consejo Privado de Competitividad. (2021b). *Índice Departamental de Competitividad*. http://scholar.google.es/scholar?start=110&q=competitividad+regional+en+Colombia&hl=es&as_sdt=0,5#5
- 9 Delgado Barrera, M. (2019). Uso potencial y efectivo de la tierra agrícola en Colombia: Resultado del censo nacional agropecuario. *Fedesarrollo*.
- 10 DNP. (2016). Estrategia de preparación institucional para la paz y el posconflicto. CONPES 3867. *Consejo Nacional De Política Económica Y Social*.
- 11 Gobernación de Santander. (2020). *Plan de desarrollo departamental: "Santander siempre contigo y para el mundo" 2020 – 2023*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/36717>
- 12 Gobernación de Santander y Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga. (2014). Lineamientos y Directrices de Ordenamiento Territorial del Departamento de Santander. En *Plan de Desarrollo 2012-2015 el Gobierno de la Gente*.
- 13 Gobierno de Colombia y FARC-EP. (2016). *Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera*. <http://www.altocomisionadopalapaz.gov.co/procesos-y-conversaciones/Documentos/compartidos/24-11-2016NuevoAcuerdoFinal.pdf>.
- 14 He, J., Liu, H., y Salvo, A. (2019). Severe air pollution and labor productivity: Evidence from industrial towns in China. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 173–201. <https://doi.org/10.1257/app.20170286>
- 15 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2011). Índice de Calidad del Agua en Corrientes Superficiales (ICA). *IDEAM*, 96, 10. www.ideam.gov.co
- 16 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2018). *Estudio Nacional del Agua* [Archivo PDF]. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvvirtual/019252/ESTUDIONACIONALDELAGUA.pdf>
- 17 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). *Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia*. <https://doi.org/26192403>
- 18 INGEOMINAS. (2009). *Informe Hidrogeológico del Macizo de Santander*.
- 19 López-Feldman, A., Chávez, C., Vélez, M. A., Bejarano, H., Chimeli, A.B., Féres, J., Robalino, J., Salcedo, R. y Viteri, C. (2020). COVID-19: impactos en el medio ambiente y en el cumplimiento de los ODS en América Latina. *Desarrollo y Sociedad*, 86, 104–132. <https://www.redalyc.org/journal/1691/169164492006/html/>
- 20 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Resolución 2090 de 2014 "Por medio de la cual se delimita el Páramo Jurisdicciones - Santurbán - Berlín, y se adoptan otras determinaciones"*.
- 21 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016a). *Resolución 1554 de 2016 "Por medio de la cual se delimita el Páramo Yariguíes y se adoptan otras determinaciones."*
- 22 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016b). *Resolución 1769 de 2016 "Por medio de la cual se delimita el Páramo de Guerrero y se adoptan otras determinaciones."* <https://acmineria.com.co/normativa/resolucion-1769-de-2016-paramo-de-guerrero/>
- 23 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Resolución 1296 de 2017 "Por medio de la cual se delimita el Páramo Guantiva- La Rusia y se adoptan otras disposiciones."* <https://vlex.com.co/vid/resolucion-numero-1296-2017-688852993>.
- 24 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018a). *Resolución 0152 del 31 de enero de 2018 "Por medio de la cual se delimita el Páramo de Almorzadero y de adoptan otras determinaciones."* <https://acmineria.com.co/normativa/resolucion-mads-152-de-2018-paramo-almorzadero/>
- 25 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018b). *Resolución 1405 de 2018 "Por medio de la cual se delimita el Área de Páramo Sierra Nevada del Cocuy y se adoptan otras determinaciones."* http://www.legal.unal.edu.co/rlnal/home/doc.jsp?d_i=60666
- 26 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). *Documento Propuesta Integrada para la fase de concertación en la delimitación participativa del páramo Jurisdicciones -*

- Santruabn - Berlin. (2019). <https://santurban.minambiente.gov.co/index.php/fase-de-concertacion/propuesta-integrada-para-delimitacion>.
- 27 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Oficina de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos*. <https://www.minambiente.gov.co/>
- 28 Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2013). *ABC del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP* Minambiente. www.parquesnacionales.gov.co
- 29 Pelkmans, L., Goovaerts, L., Smith, C. T., Joudrey, J., Stupak, I., Englund, O., Junginger, M., Goh, C. S., Chum, H., y Cowie, A. (2013). Recommendations for improvement of sustainability certified markets. *IEA Bioenergy, February*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4886.7365>
- 30 Presidencia de la República de Colombia. (2018). *Decreto 1007 de 2018 "Por el cual se modifica el Capítulo 8 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto número 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la reglamentación de los componentes generales del incentivo de pago por servicios ambientales y la adquisición de predios en áreas y ecosistemas estratégicos que tratan el Decreto - ley número 870 de 2017 y los artículos artículos 108 y 111 de la Ley 99 de 1993, modificados por los artículos 174 de la Ley 1753 de 2015 y 210 de la Ley 1450 de 2011, respectivamente"*. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=78994>.
-



14.1. OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN SANTANDER

Autores: Andrés Eduardo Mantilla Zárate, Édgar Eduardo Yáñez Angarita, Édgar Fernando Castillo Monroy, Favio Yovany Jiménez Inocencio, Laura Liliana Garzón Fuentes, Rodrigo Gonzalo Torres Sáez, Luis Fernando Prado Castillo, Alba Liliana Barragán Ortiz.

Utilización y secuestro de CO₂ del Complejo Industrial de Barrancabermeja, con la refinería como eje central de un potencial hub de CCUS

La presencia de reservorios geológicos de Santander, muy cerca de fuentes industriales de emisiones de dióxido de carbono, ofrece una nueva oportunidad para la región, basada en el potencial que ello representa para *desarrollar un gran complejo industrial (hub) de captura, utilización y almacenamiento geológico de CO₂* (CCUS, o *Carbon Capture, Utilization and Storage*).

La tecnología CCUS está identificada a nivel global como la de mayor potencial para alcanzar las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, ya que puede abatir emisiones de CO₂ a la escala requerida para mitigar efectivamente el acelerado cambio climático que estamos experimentando. Este proceso consiste en separar el CO₂ de las corrientes de gases residuales (*i.e.*, de combustión), para luego utilizarlo (*i.e.*, en la fabricación de bebidas carbonatadas o en la recuperación adicional de petróleo); o almacenarlo de forma perenne en el subsuelo, en trampas geológicas conocidas.

El departamento de Santander está situado en gran medida sobre la cuenca geológica del Valle del Magdalena Medio (VMM), cuyos reservorios de petróleo y gas han contribuido significativamente con el desarrollo de la industria energética y petroquímica en Colombia. La existencia de industria pesada en Santander, (*i.e.*, la Refinería de Barrancabermeja) y su estratégica cercanía a potenciales reservorios y trampas geológicas (*i.e.*, las de reservorios petroleros en la cuenca del VMM), permitirían desarrollar proyectos de captura, utilización y almacenamiento geológico de CO₂. Lo anterior con el fin de **acelerar la reducción de emisiones de CO₂ de la Refinería de Barrancabermeja, y además atraer a la región otras industrias pesadas con necesidad de abatimiento de emisiones mediante CCUS**, como alternativa para cumplir con sus metas de descarbonización o con las exigencias del mercado financiero en cuanto a sostenibilidad de las industrias.

Este *hub* para la transición energética del país, además de incrementar reservas de crudo en el departamento y darle sostenibilidad a la Refinería de Barrancabermeja, permitiría **desarrollar potenciales cadenas de valor de productos con baja huella de carbono o que utilicen el CO₂ como materia prima**. Esta oportunidad debe ir acompañada del fortalecimiento de un mercado nacional de carbono que permita el *trading* internacional de proyectos de mitigación y que permitan el acceso a recursos de la banca internacional y socios estratégicos. Es necesario el trabajo conjunto de la industria, la academia y el Gobierno Nacional para construir una reglamentación ambiental, hoy día inexistente, para los procesos de CCUS. Todo este proceso debe ser enmarcado en un trabajo de socialización anticipada con las comunidades, dada la novedad de la tecnología, que permita comunicar sus beneficios ambientales de estos procesos.

Cadenas productivas de aprovechamiento del hidrógeno excedentario de bajas emisiones producido en la Refinería de Barrancabermeja

El hidrógeno es un compuesto muy versátil, clave para eliminar el azufre de los combustibles, por lo que es ampliamente utilizado en procesos de refinación; pero también como precursor de una diversa gama de productos de valor agregado; además de ser en sí un potencial combustible que habilita el transporte pesado eléctrico con cero emisiones, para sectores donde los vehículos a baterías no son prácticos por su alto peso y volumen de las baterías. La producción industrial de hidrógeno se hace actualmente a partir de gas metano, con significativas emisiones de CO₂, por lo cual existe un gran interés a nivel mundial en utilizar métodos alternativos de producción de H₂, que tengan una menor huella de carbono.

La implementación de tecnologías para la descarbonización en la Refinería de Barrancabermeja podría permitir la **generación de excedentes de hidrógeno azul** (uno de los esquemas de producción con bajas emisiones de CO₂), que puede ser utilizado como materia prima, combustible o energético. A partir del H₂ excedentario se pueden **desarrollar en Santander encadenamientos productivos para la producción de amoníaco, metanol, fertilizantes, petroquímicos, ceras refinadas de grado cosmético, entre otros**. Por ejemplo, el hidrotreamiento (adición de H₂) de aceites vegetales permite obtener bioceras que pueden ser utilizadas como base para la producción de biocosméticos de alta gama y potencial de exportación, al igual que para la producción de empaques más sostenibles para la industria alimenticia. Por otro lado, como combustible, el hidrógeno puede descarbonizar los sectores de transporte de carga terrestre y fluvial (utilizando motores eléctricos basados en *fuel cells*) y el transporte aéreo (con combustibles derivados del H₂).

Según la hoja de ruta del Ministerio de Minas y Energía, la nueva demanda de H₂ de bajas emisiones puede equiparar la demanda actual en 2030, con 120 kt H₂/año, orientado principalmente a usos industriales. A 2040, se espera una demanda total de 790 kt H₂/año, de la cual el 47% estaría representada por el sector transporte; mientras que en 2050 se estima un total de 1850 kt H₂/año con un 64% para el mismo sector. Esta oportunidad requiere la reglamentación de la Ley 2099 de 2021 (Ley para la Transición Energética), para garantizar la aplicación de los beneficios sobre el impuesto de renta, IVA y depreciación acelerada que faciliten el cierre financiero de dichos proyectos. La producción de H₂ azul requiere que el CO₂ generado en su producción se capture, y se convierta o almacene de forma perenne en formaciones geológicas, lo que implica que la reglamentación de proyectos CCUS, descritos anteriormente, es también necesaria para habilitar la producción de H₂ azul.

Incorporación de combustibles renovables (diésel verde y SAF) por la vía del co-procesamiento en plantas de refinación o mediante la instalación de plantas dedicadas

La **producción de diésel renovable** (también conocido como *green diesel*, diferente al biodiésel) **y combustible para aviación sostenible** (*Sustainable Aviation Fuel*, o SAF) permitiría **reducir la huella de carbono de los combustibles en el país, ampliar el área cultivada de palma de aceite u otras especies en la región, y mejorar la competitividad de un sector agroindustrial que tiene un alto impacto socioeconómico en Santander**.

Una estrategia de integración energética sostenible para la producción de combustibles renovables es el co-procesamiento de aceite vegetal en los procesos de refinación de petróleo. Estos combustibles permiten un mayor aprovechamiento térmico (el número de cetano en el diésel renovable hasta en 6 puntos) y por ende ahorros de combustible, además de una menor huella de emisiones de CO₂ en comparación con otros biocombustibles convencionales. Tecnologías desarrolladas y patentadas por Ecopetrol-ICP permiten el procesamiento de aceite blanqueado de palma en plantas dedicadas o híbridas en las refinerías de Ecopetrol. La Zona Central Palmera se encuentra mayoritariamente localizada en el Departamento de Santander y representa, de acuerdo con el Anuario Estadístico Fedepalma (2021), la segunda región más productora de aceite de palma, con 30,4% de la producción nacional. La planta ECODIESEL produce cerca de 110 kt biodiesel/año que se mezcla al 2%v en la Refinería de Barrancabermeja con diésel fósil, contribuyendo a la reducción de material particulado y emisiones de azufre durante la combustión. Dentro de las limitantes actuales para este desarrollo, se encuentra la falta de reglamentación para la producción, uso y comercialización de diésel renovable y SAF, así como una estructura de precios que garantice su estabilidad en la cadena productiva, para atender adecuadamente las demandas del sector de transporte. De otro lado, es necesario garantizar la sostenibilidad en la producción de aceite de palma, respetando principios de producción, manejo y comercialización social y sostenible como los definidos por la RSPO - *Roundtable on Sustainable Palm Oil*.

Cadenas productivas de productos y servicios basados en materiales avanzados del petróleo para aplicaciones no combustibles compatibles con la transición energética

A partir de fracciones pesadas de crudos ampliamente disponibles en el país se pueden generar **materiales de alto desempeño que habilitan la producción de productos de valor agregado, para aplicaciones sostenibles** (e.g., diferentes a la combustión de hidrocarburos y a los plásticos, que estarán cada vez más cuestionados por su impacto ambiental). Estos productos pueden abrir nuevos **encadenamientos productivos en la región y el país que aprovechen los materiales de alto desempeño derivados del petróleo** y, a través de emprendimientos de base tecnológica, los transformen en productos, sistemas y servicios sofisticados, que puedan acceder a mercados de alto crecimiento en el mundo.

Los retos de la transición energética están conduciendo a que países y regiones productoras y consumidoras de petróleo y gas replanteen muchos aspectos del negocio petrolero. Santander, como región petrolera, no es ajena a ello. Día a día, los combusti-

bles que se obtienen a partir de las corrientes más pesadas del petróleo (como el *fuel oil*) están perdiendo valor en el mercado debido a las políticas de descarbonización a nivel mundial, que limitan el uso de estos productos o elevan drásticamente sus especificaciones regulatorias. A través de nuevos esquemas de procesamiento, es posible evitar dicha pérdida de valor y producir productos como: materiales carbonosos para la enmienda de suelos, que mejoren el crecimiento de la biomasa, la productividad agrícola y forestal y el secuestro de carbono en el suelo; aditivos para mejorar la resistencia de cementos, que reduzcan la huella de carbono de la industria de la construcción; materiales porosos para almacenamiento de energía eléctrica, o para la descontaminación de aguas industriales o domésticas, entre otras aplicaciones de alto valor para la sociedad y el medio ambiente.

Proyectos y cadenas productivas de compensación de emisiones a partir de soluciones basadas en la naturaleza.

Santander tiene un importante potencial para desarrollar proyectos de compensación de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de la protección, expansión y restauración de ecosistemas nativos y secundarios (que generen créditos de carbono de alto valor agregado, transables en mercados internacionales). Dicho potencial se constituye en una **gran oportunidad socioeconómica y ambiental para la región**.

En la naturaleza existen *sumideros de carbono*, mediante los cuales la naturaleza intenta compensar la alta concentración de CO₂ en la atmósfera, derivada de las emisiones que resultan del exacerbado consumo de energía. Santander tiene una gran riqueza de ecosistemas, con una pérdida incremental en

las últimas décadas debido principalmente a la deforestación y la ampliación de la frontera agropecuaria y ganadera, amenazando con exceder los límites de la resiliencia socioecológica⁵. Particularmente, los páramos y los humedales son considerados sumideros de carbono relevantes en los trópicos⁶ y su conservación efectiva es una oportunidad en términos de servicios ecosistémicos y territorios climáticamente inteligentes. Existen estrategias desde el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)⁷ pero prevalecen el déficit en su financiación y una limitada oferta de instrumentos económicos e incentivos financieros para su consolidación (incluyendo, iniciativas privadas o del tipo Sistemas Locales de Áreas Protegidas - SILAP⁸).

Proyectos y cadenas productivas de agricultura regenerativa, con énfasis en cultivos agroforestales

Los sistemas agroforestales hacen parte de las Soluciones Naturales del Clima^{9:10} y surgen como **alternativa para mitigar el cambio climático, rehabilitar suelos, almacenar carbono, prevenir la desertificación, conservar la biodiversidad y mantener así la resiliencia socio ecológica, con un enfoque de producción agroalimentaria a partir de la agricultura regenerativa**^{11:12}. Santander cuenta con el 13,8% de sus suelos considerados aptos para el desarrollo agrícola, y es reconocido como productor nacional de tabaco negro y rubio, cacao, limón, yuca, con importantes cultivos de café, palma y frutas; y en las últimas décadas, por la extensión de la ganadería. Sin embargo, existen más de 700.000 hectáreas afectadas por sobrexplotación¹³, lo que, sumado al impacto del cambio climático sobre las capacidades productivas^{14:15}, hacen necesario desarrollar nuevas formas de abordar los sistemas productivos

5. Ogden, L., Heynen, N., Oslender, U., West, P., Kassam, K.-A., & Robbins, P. (2013). Global assemblages, resilience, and Earth Stewardship in the Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(7), 341-347. <https://doi.org/10.1890/120327>

6. Lasso, E., Matheus-Arbeláez, P., Gallery, R. E., Garzón-López, C., Cruz, M., Leon-García, I. V., ... & Curiel Yuste, J. (2021). Homeostatic response to three years of experimental warming suggests high intrinsic natural resistance in the páramos to warming in the short term. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 55.

7. Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP | Parques Nacionales Naturales de Colombia: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/> Revisado: 28/12/2021

8. Áreas Protegidas Locales - ASOCARS: <https://www.asocars.org/areas-protegidas-locales/> Revisado: 28/12/2021

9. TNC. 2021. Portafolio definitivo de viabilidad técnica, económica, financiera y ambiental de las soluciones naturales del clima y alternativas de compensación de carbono forestal, que incluya los mecanismos y arreglos para implementarlas en áreas disponibles de propiedad de Ecopetrol, en proyectos forestales adelantados en las regiones (ecoreservas), en las áreas de inversión del 1% y compensación disponibles y potenciales, y en los proyectos de conservación, protección, restauración y reforestación de interés nacional. Acuerdo de cooperación – AC No.1 (3027367) derivado del Convenio Marco – CM No. 3021182 – Componente 2 – Producto 2.2.1

10. Griscom, B. W., Busch, J., Cook-Patton, S. C., Ellis, P. W., Funk, J., Leavitt, S. M., ... & Worthington, T. (2020). National mitigation potential from natural climate solutions in the tropics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 20190126.

11. Rodale, R. (1987). Why regenerative agriculture has a bright future. *Agricultural Libraries Information Notes*. Volume 13, number 8, August 1987. USDA. USA.

12. Rhodes, C. J. (2017). The imperative for regenerative agriculture. *Sci. Prog.* 100, 80–129. doi: 10.3184/003685017X14876775256165

13. <https://igac.gov.co/es/noticias/que-tan-productivas-son-las-tierras-santandereanas>. Revisado: 29/12/2021

14. Kurukulasuriya, P. & Rosenthal, S. (2003). *Climate change and agriculture: a review of impacts and adaptations*. Work. Pap. 78739, Washington DC: Environ. Dep., World Bank.

15. Herrero, M., Wirsenius, S., Henderson, B., Rigolot, C., Thornton, P., Petr Havlík de Boer, I., & Gerber, J. P. (2015). Livestock and the environment: what have we learned in the past decade?. *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 177-202. doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503

en la región. No obstante, se debe avanzar en la innovación técnica y diseñar políticas regionales, así como promover entre las comunidades y el empresariado, la educación y la divulgación. Finalmente, cabe mencionar que adoptar este tipo de estrategias en la región involucra, además, integrar cultura, valores e identidad que operan a escala individual, familiar y comunitaria¹⁶.

Recomendaciones

Es fundamental nutrir de iniciativas el Plan Integral de Gestión Territorial de Cambio Climático del departamento de Santander (PIGTCCS), liderado hoy por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. De igual forma, también es esencial fortalecer

actores clave para que la **región se proyecte como el eje fundamental para la exitosa adaptación del país a la transición energética**, como el Instituto Colombiano del Petróleo, que debe empoderarse y reenfocarse de manera más amplia hacia los sistemas energéticos y ambientales; y convertirse en desarrollador y articulador de encadenamientos productivos regionales y nacionales, basados en productos y servicios de alto contenido tecnológico, con importantes proyecciones de exportaciones no minero-energéticas desde Santander y el país.

Para ello se requiere un decidido compromiso de financiamiento e interrelación gobierno-academia-industria-sociedad. Este impulso debe liderarse desde las autoridades competentes para empoderar a instituciones, comunidades y academia en torno a este tipo de proyectos.

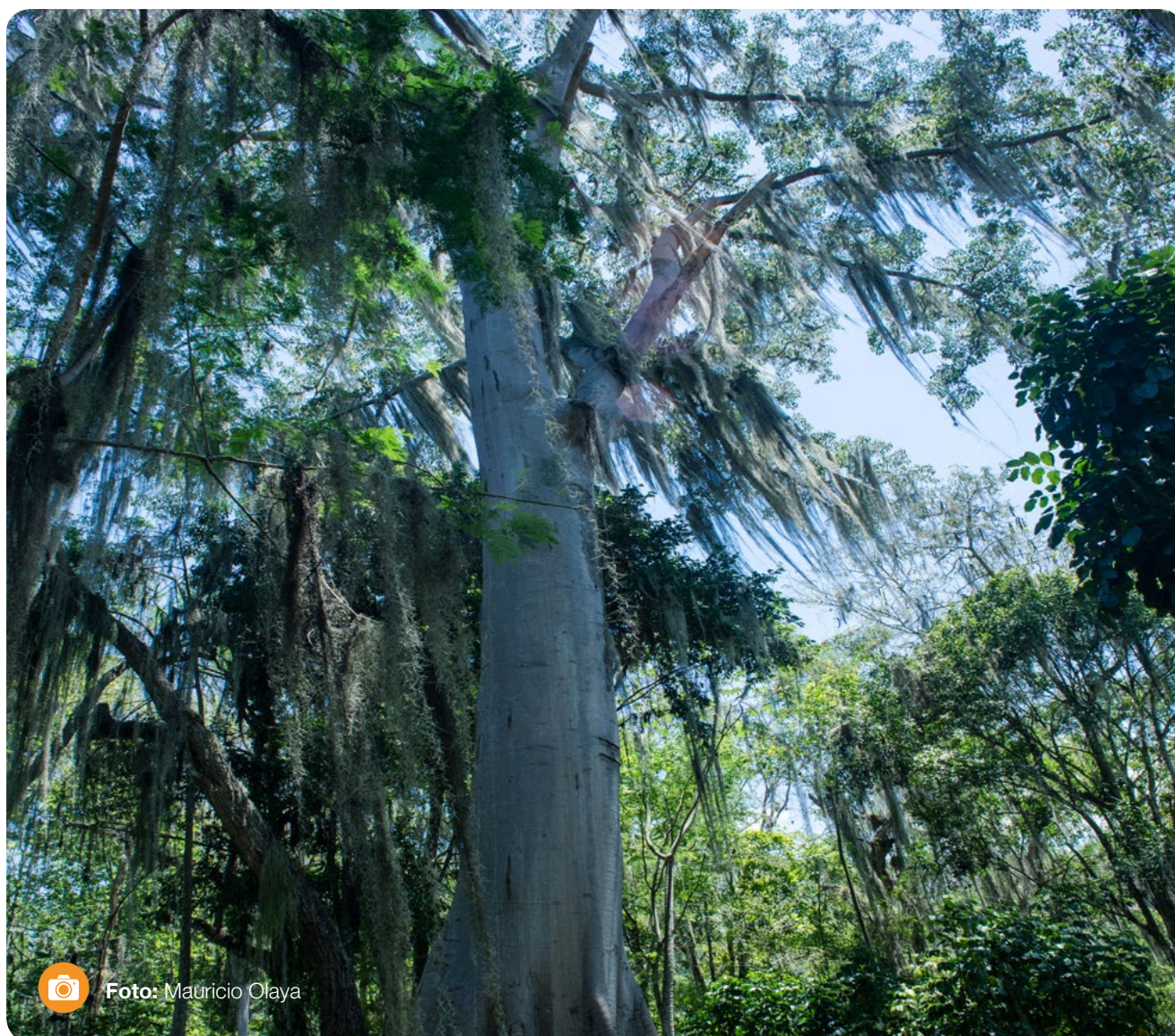


Foto: Mauricio Olaya

16. Gosnell, H., Gill, N., & Voyer, M. (2019). Transformational adaptation on the farm: processes of change and persistence in transitions to 'climate-smart' regenerative agriculture. *Global Environmental Change*, 59, 101965.