



CRECIMIENTO VERDE

Crece para un mundo más sostenible



Globo de mano con iconos medioambientales Desarrollo sostenible, soluciones de conservación y cambio climático. El uso de energías renovables y la protección de la biodiversidad, crean un mundo sano y sostenible.

CRECER PARA UN MUNDO MÁS SOSTENIBLE

1

ASEGUREMOS UN FUTURO SOSTENIBLE PRODUCIENDO Y CONSUMIENDO A FAVOR DEL PLANETA

2

LO QUE QUEREMOS Y PODEMOS: APROVECHAR SOSTENIBLEMENTE EL POTENCIAL DE LA BIODIVERSIDAD

3

LA REALIDAD DE LO QUE TENEMOS Y LA NECESIDAD DE TRABAJAR POR HONRAR LOS COMPROMISOS FUTUROS

4

CONSTRUYENDO JUNTOS UN FUTURO: TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA, CONFIABLE, SOSTENIBLE, REALISTA, PROGRESIVA Y ORDENADA

5

EL GRAN ALIADO: LA TECNOLOGÍA

6

NUESTRA APUESTA: BIOENERGÍA PARA MOVILIZAR EL MUNDO

7

SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

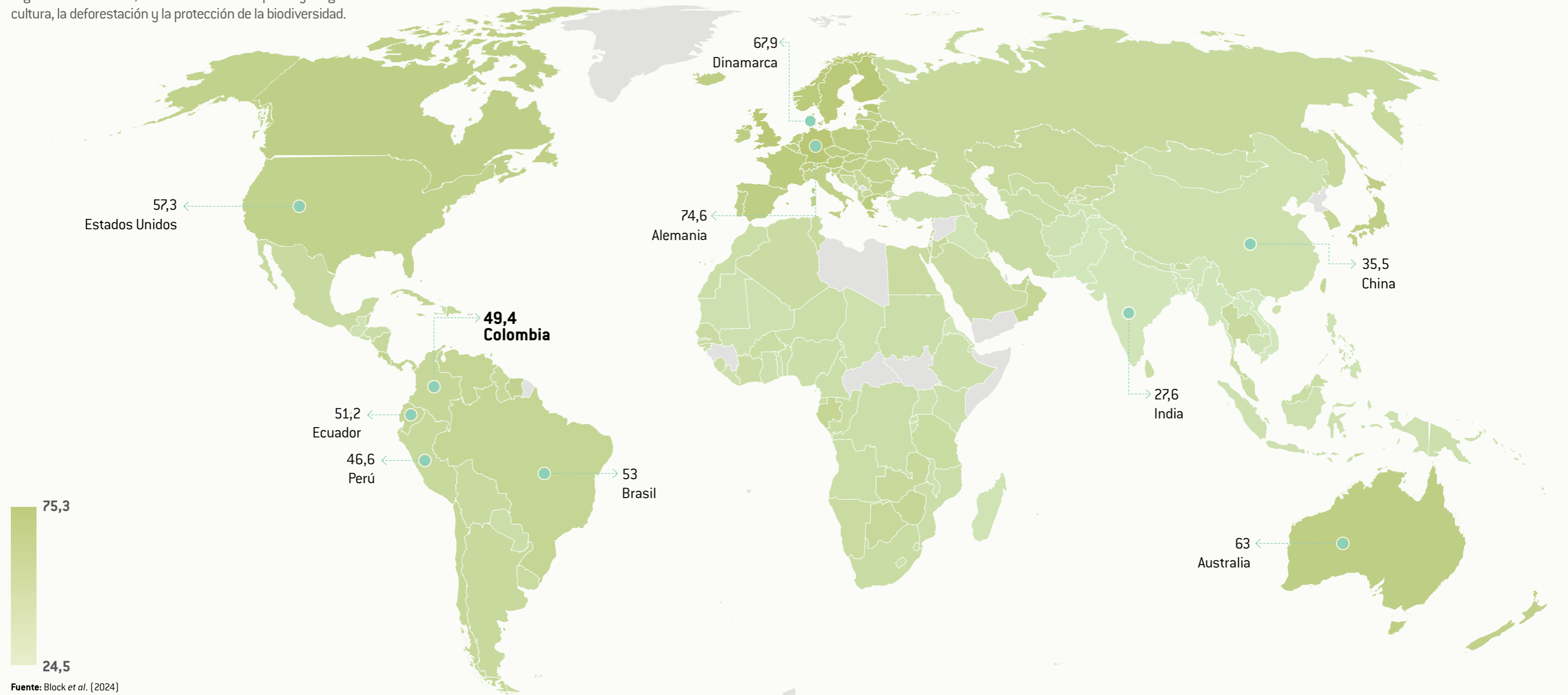
8

REFERENCIAS

9

ÍNDICE DE DESEMPEÑO AMBIENTAL 2024 (VALOR PARA 180 PAÍSES)

Este índice ofrece un resumen basado en datos del estado de la sostenibilidad en todo el mundo. Combina 58 indicadores en 11 categorías temáticas, que van desde la mitigación del cambio climático y la contaminación atmosférica hasta la gestión de residuos, la sostenibilidad de la pesca y la agricultura, la deforestación y la protección de la biodiversidad.



Fuente: Block et al. (2024)



PERFIL DE COLOMBIA EN MATERIA DE CRECIMIENTO VERDE

Tema	Indicador	Valor Colombia	Ranking en América Latina	Mejor país en América Latina [valor]	Promedio de la OCDE [valor]	Fuente
Índices ambientales y de sostenibilidad	Índice global de competitividad sostenible	46,6	9 de 17	Uruguay 50,92	53,17	Solability (2023)
	Índice de capital natural	58,5	5 de 17	Uruguay 62,4	47,5	Solability (2023)
	Índice de eficiencia de recursos	40,6	11 de 17	El Salvador 51,1	46,2	Solability (2023)
	Índice de desempeño ambiental (Environmental Performance Index [EPI])	49,4	7 de 17	Costa Rica 55,5	63,9	Block et al. (2024)
	Índice de biodiversidad y hábitat (EPI)	55,5	7 de 17	Nicaragua 66,1	60,04	Block et al. (2024)
Gestión del cambio climático	Intensidad de emisiones (toneladas CO2eq/millones PIB)	223,97	14 de 17	El Salvador 13,05	377,06	Comisión Europea (2024)
	Pérdida de cobertura forestal (millones de hectáreas)	19.664.709	7 de 17	Brasil 280.605.758	311.777.514	Global Forest Watch (2024)
	Vulnerabilidad al cambio climático (puntaje de 0 a 1, donde 0 representa menor vulnerabilidad)	0,4	9 de 17	Chile 0,33	0,32	ND-GAIN (2024)
	Preparación ante el cambio climático (puntaje de 0 a 1, donde 1 representa mejor preparación)	0,377	6 de 17	Chile 0,537	0,60	ND-GAIN (2024)
	Ahorro neto ajustado como % del ingreso nacional bruto (INB)	13,54	15 de 16	Panamá (37,15)	24,7	Banco Mundial (2024)
Uso eficiente de recursos	Productividad del uso de materiales (USD/kg)	USD 1,968	2 de 17	Costa Rica USD 2,233	USD 2,818	OCDE (2024)
	Productividad del agua dulce (PIB/m3 de agua dulce extraído)	19,7	4 de 16	Ecuador (61,05 USD)	145,4	Banco Mundial (2024)

Nota: La información acá reportada corresponde al último valor disponible.



CRECER PARA UN MUNDO MÁS SOSTENIBLE

Creer hacia un mundo más sostenible implica preguntarnos cómo, desde Colombia y en cada una de nuestras esferas —hogar, empresa, ciudad, departamento y región—, podemos contribuir al crecimiento sin seguir destruyendo nuestro entorno y, por el contrario, ayudar a conservarlo y regenerarlo¹. A nivel nacional y local, esto se logra, por ejemplo, proveyendo alimentos que respeten los principios de sostenibilidad en sus dimensiones ambiental, social y económica, así como promoviendo fuentes de energía que, dentro de una óptica de portafolio, nos acerquen a un equilibrio más limpio. La sostenibilidad no solo es una responsabilidad; es una fuente de innovación que también representa una oportunidad de negocio: una empresa sostenible es más rentable, eficiente y menos expuesta a riesgos futuros, pues ayuda al mismo tiempo a evitar el costo de la inacción y el costo futuro de adaptación al cambio climático.

Colombia necesita crecer para poder aumentar el bienestar de su población, porque enfrentamos niveles alarmantes de pobreza. Aunque luchar contra el cambio climático o proteger la biodiversidad son batallas que implican la protección de las personas y su bienestar, las necesidades humanas del país son mayores. Una población con hambre no puede pensar con claridad, trabajar ni buscar empleo. Aunque las cifras más recientes de pobreza mostraron una mejoría, al pasar la pobreza monetaria de 36,6 % en 2022 a 33 % en 2023 y la pobreza extrema de 13,8 % a 11,4 % (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2024a), continúan siendo inaceptablemente altas, así como la desigualdad, que se ubicó en 0,546 en 2023². En todo caso, crecer descarbonizando es lo ideal, y será todavía mejor si se logra desmontando actividades cuya expansión erosiona la base natural.

En otras palabras, necesitamos crecer de manera sostenible, y el mundo está llamado a producir de la mano de la conservación. En este *Informe Nacional de Competitividad (INC) 2024-2025*, cuyo hilo conductor es la visión de futuro, hemos recalcado la im-

portancia de la productividad para el crecimiento sostenible, considerando que el desarrollo es el principal reductor de la pobreza (Cerra *et al.*, 2021; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2016). Ahora bien, es importante recordar que, sin personas, no hay productividad ni competitividad sostenible. Aunque se cuente con capital, si no hay gente con las capacidades y la formación adecuadas para aprovechar de manera sostenible ese capital, bien sea natural, social o financiero, será difícil gestionarlo y hacerlo crecer.

Si no aprovechamos las oportunidades de inversión ahora, estamos destruyendo valor futuro. Precisamente, la mayor financiación e inversiones verdes y azules fue escogida como la tendencia más relevante según la encuesta de prospectiva de CPC (2024) para afrontar los cambios y tendencias futuras en relación con el crecimiento verde³. Es necesario salir a buscar inversión nueva, creativa y verde, pues de eso depende que podamos subirnos al bus de crecimiento sostenible; de otra forma, esto es, si no aterrizamos y no comenzamos a materializar muchas de estas ambiciones en proyectos concretos, es posible que nos quedemos atrás. En este sentido, la tecnología es el gran aliado que va a permitir aprovechar las oportunidades de luchar contra el cambio climático, contener la pérdida de biodiversidad, prepararnos para enfrentar la variabilidad climática, y adaptar nuestros entornos para mitigar el riesgo de desastres, dada nuestra alta vulnerabilidad.

No podemos enfrentar el futuro con miedo, ni inhibir el progreso y la innovación con una regulación que no va a contribuir a solucionar nuestros problemas presentes y, en cambio, nos va a imponer limitaciones de las que podemos arrepentirnos o retractarnos en el futuro. Es imperativo que la institucionalidad supere sus temores, fortalezca sus capacidades y capitalice las oportunidades presentes, así como un empresariado que busque las oportunidades de crecimiento y asuma los riesgos.

1. En el *INC 2022-2023* mencionamos el índice de huella espacial humana de Colombia (IHEH), que el Instituto Humboldt produjo para identificar de qué manera en el país las actividades humanas han afectado los ecosistemas y los paisajes, y con ello la pérdida de biodiversidad (CPC, 2022; Instituto Humboldt, 2018).

2. Un coeficiente de Gini de 1 indica desigualdad perfecta, y uno de 0 corresponde a igualdad perfecta. Por su parte, la pobreza multidimensional a nivel nacional pasó de 12,9 % a 12,1 %; en los centros poblados y rural disperso, de 27,3 % a 25,1 %; y en las cabeceras, de 8,7 % a 8,3 % (DANE, 2024b).

3. Esta consulta se realizó entre el 3 de marzo y el 15 de junio de 2024. Se recibieron 444 respuestas para el total de la encuesta: 33 % de quienes la diligenciaron pertenecían al rango de edad entre 35 y 44 años; 23,4 % estaban entre 45 y 54 años; 20,9 %, entre 25 y 34 años; 10,1 %, entre 55 y 64 años; y 6,5 %, entre 18 y 24 años. La sección de crecimiento verde fue diligenciada por 67 personas.



Asimismo, reiteramos en este capítulo el llamado al pragmatismo respecto de nuestro rol en las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, que no responde al consumo y combustión de combustibles fósiles, sino a las altas tasas de deforestación que causan pérdida de los sumideros de carbono. En esa medida, debemos ser conscientes de nuestro potencial en la compensación⁴. Nuestro mayor reto continúa siendo la adaptación, y a ella debemos orientar esfuerzos coordinados.

En este capítulo la primera sección discute la visión de futuro del crecimiento verde, así como las tendencias asociadas para la próxima década en Colombia. En la segunda sección se hace un énfasis en el aprovechamiento de la biodiversidad y la bioeconomía. La tercera sección se enfoca en la gestión del cambio

climático, sobre todo en la realidad de las emisiones, la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC por sus siglas en inglés) y los mercados de carbono. En la sección cuatro hablamos sobre la transición energética. La quinta examina el rol de la tecnología y el cambio tecnológico. La sexta sección esboza nuestras apuestas de futuro en este capítulo, y finalizamos con las recomendaciones.

Ahora bien, el desarrollo de estos temas en esta edición del informe no supone dejar de lado otros que continúan en la agenda pública y privada y también son una parte esencial del futuro hacia el que mira este capítulo. Tal es el caso del riesgo de desastres, la vulnerabilidad y variabilidad climática, y la adaptación, sobre los cuales se hizo especial énfasis en [el INC 2023-2024](#).

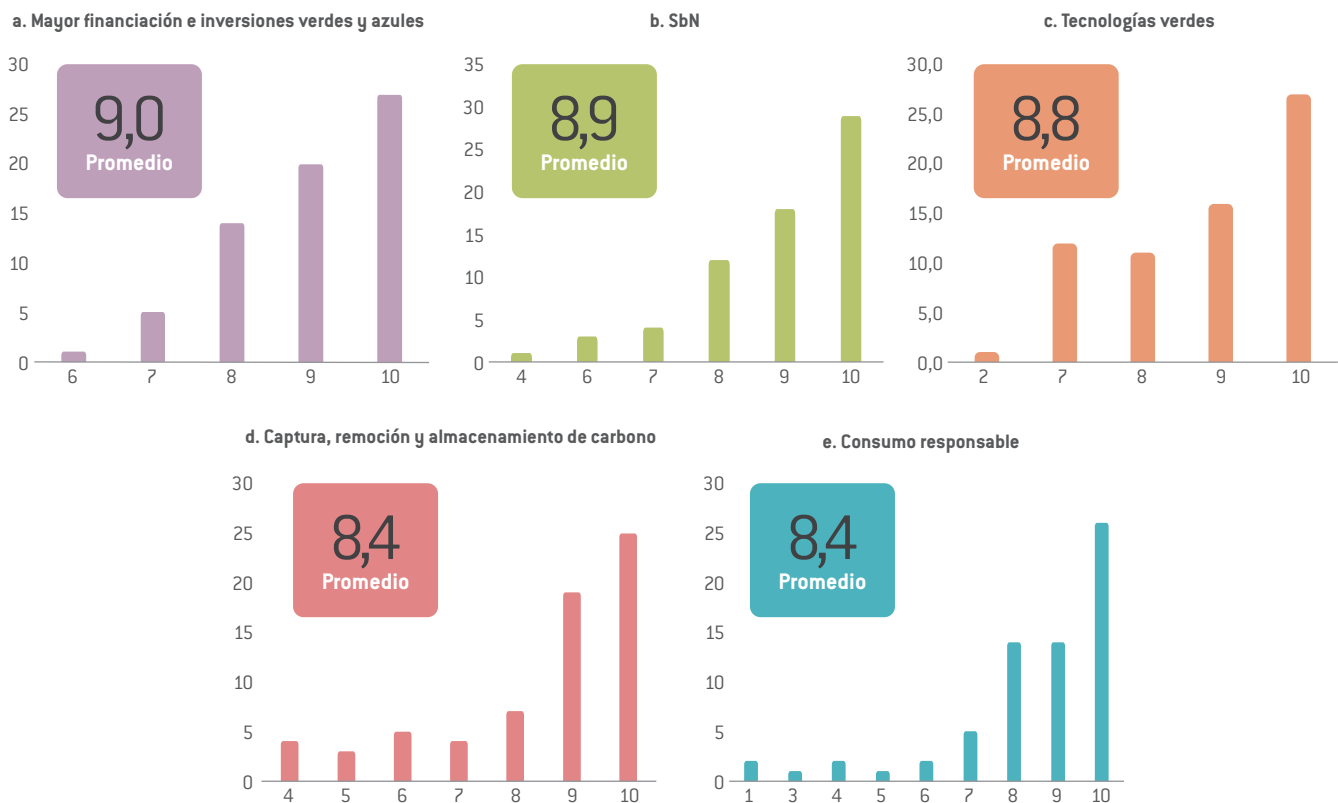
4. En efecto, uno de los impactos de la deforestación, adicional a las emisiones de GEI, es precisamente la pérdida de biodiversidad porque "conduce a la pérdida de hábitats naturales, amenazando la diversidad biológica".



Precisamente, en la Gráfica 1 se observa que las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) ocuparon el segundo lugar en términos de relevancia. Es importante recordar que estas medidas son clave para enfrentar el cambio climático y la deforestación a través de su adecuada gestión e implementación⁶. En tercer lugar, se destacan las tecnologías verdes, un claro llamado a la tecnología como facilitadora para alcanzar esta visión de futuro, lo cual incluye, por ejemplo, energía renovable, eficiencia energética, movilidad sostenible, gestión de residuos, agricultura inteligente y agroindustria sostenible, entre otros⁷. Por su parte, la captura, remoción y almacenamiento de carbono, así como el consumo responsable, fueron dos tendencias que obtuvieron un puntaje promedio de relevancia muy similar (8,4). Cabe señalar que, como lo evidencia la gráfica, la dispersión de respuestas en estas áreas fue mayor en comparación con las otras tres tendencias.

Ahora bien, otra visión de futuro sobre el crecimiento verde también la ofrece la [Estrategia Climática de Largo Plazo para Colombia \(E2050\)](#), que se presentó en Naciones Unidas en noviembre de 2021 y corresponde a la visión de largo plazo del país en concordancia con los objetivos globales del Acuerdo de París (CPC, 2021). Este instrumento traza un norte sobre cómo llegar a la carbono neutralidad en 2050, y realiza un ejercicio de prospectiva que propone nueve apuestas con sus correspondientes opciones de transformación (Gobierno de Colombia, 2021). A continuación, se hace un resumen de cuatro de esas apuestas, que desde el CPC invitamos a retomar a propósito de la visión de futuro que aborda este INC 2024-2025 considerando las tres macro tendencias de cambio climático, cambio tecnológico y cambio demográfico y el enfoque que le damos a este capítulo.

Gráfica 1. Relevancia de cinco tendencias para afrontar cambios futuros en el crecimiento verde en Colombia (número de respuestas)



Nota: La escala de este indicador es de 1 a 10, donde 10 representa muy relevante, y 1, no relevante. Se incluyen las cinco tendencias por las que se indagó. Fuente: CPC (2024).

6. Las SbN son "acciones para proteger, conservar, restaurar, usar y gestionar de manera sostenible los ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos naturales o modificados que abordan los desafíos sociales, económicos y ambientales de manera efectiva y adaptativa, al tiempo que proporcionan bienestar humano, servicios ecosistémicos, resiliencia y beneficios para la biodiversidad" (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2023, p. xi).

7. Otras tecnologías que allí se pueden incluir son: cogeneración energética, agricultura y ganadería regenerativa.



→ CUATRO DE LAS NUEVE APUESTAS DE LA E2050

La apuesta 1 de la E2050 busca *fortalecer la creación de conocimiento climático* como un elemento clave para respaldar decisiones, políticas y gobernanza a diferentes niveles, con el fin de optimizar la gestión territorial, la inclusión social y la transformación productiva. Incluye cinco ejes de transformación: (1) monitoreo climático y digitalización de datos, (2) innovación disruptiva en ciencia y tecnología, (3) educación y sensibilización en cambio climático, (4) conocimiento para gestión del riesgo climático, y (5) empoderamiento y gobernanza social participativa.

Por su parte, la apuesta 2 de la E2050 destaca la importancia de la biodiversidad y su conexión con los objetivos climáticos, centrándose en la *gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos para la resiliencia climática*. Sus cuatro ejes de transformación son: (1) transición socioecológica para paisajes culturales multifuncionales y reducción de la deforestación, (2) manejo sostenible de ecosistemas marinos y costeros, (3) gestión integral del agua, y (4) fortalecimiento del Sistema Nacional de Conservación *ex situ* articulado con el sector agropecuario.

En esta segunda apuesta de la E2050 las SbN, que resultaron ser la segunda tendencia más relevante de la encuesta del CPC (2024), son claves para abordar los desafíos ambientales y sociales utilizando e integrando la naturaleza y sus procesos con miras a la conservación, la restauración y la gestión sostenible de los ecosistemas y los servicios que proporcionan. Esta es una apuesta que resulta crítica considerando que, en 2022, alrededor del 67,1 % de la matriz energética del país estaba asociado a la energía

hidroeléctrica, lo que revela una dependencia hídrica considerable (ver capítulo de *Energía*)⁸.

La apuesta 3 es de *producción y consumo sostenible para una economía innovadora e incluyente*, y contiene cuatro opciones de transformación: (1) economía circular, (2) bioeconomía y negocios verdes, (3) criterios de sostenibilidad, y (4) estilos de vida sostenibles. Esta apuesta es central en los temas que estamos abordando en este capítulo; en particular, en lo relacionado con bioeconomía y negocios verdes. Con respecto a las mencionadas opciones de transformación de esta apuesta, el consumo responsable figuró en la encuesta de prospectiva como la tendencia menos relevante para afrontar las tendencias en crecimiento verde (CPC, 2024) (Gráfica 1)⁹.

Por último, la apuesta 7 de la E2050 plantea tener una *matriz energética diversificada para atender la demanda a través de fuentes renovables y que permitirá el acceso a recursos limpios y al uso de tecnologías más eficientes*. Las opciones de transformación planteadas en este caso son: (1) electrificación de la economía y eficiencia, (2) generación eléctrica distribuida y descentralizada, (3) energías renovables distribuidas, (4) digitalización, (5) plantas termoeléctricas a carbón y gas que adopten tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCUS) y estrategias de compensación, y (6) gestión del paisaje (entorno) multifuncional. En el capítulo de *Energía* se discute sobre algunas de estas opciones de transformación, mientras que en el presente capítulo nos enfocamos en la bioenergía¹⁰.

8. Vale la pena también recordar que en el Plan Nacional del Desarrollo (PND) 2022-2026 una de las apuestas transformacionales es el ordenamiento del territorio alrededor del agua (Departamento Nacional de Planeación [DNP], s. f.).

9. Además, el proyecto Ecodavance viene avanzando desde hace dos años y es desarrollado en colaboración con la Pontificia Universidad Javeriana y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). Su objetivo es fortalecer la implementación de compras públicas sostenibles (SPP por sus siglas en inglés) y la promoción de ecoetiquetas Tipo 1 en Colombia y otros países de América Latina, tanto con autoridades nacionales como con regionales y locales.

10. Las otras cinco apuestas de la E2050 se pueden resumir en: (4) transición justa de la fuerza laboral, (5) desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones, (6) ciudades-región con desarrollo urbano integral, (8) movilidad e infraestructura sostenibles, y (9) incrementar la capacidad de adaptación de la población y del sistema de salud (Gobierno de Colombia, 2021).



LO QUE QUEREMOS Y PODEMOS: APROVECHAR SOSTENIBLEMENTE EL POTENCIAL DE LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad se puede entender como la variedad de vida en la Tierra en todas sus formas: desde el número de especies hasta la variación genética e interacción entre ellas, incluidos los ecosistemas¹¹. Este conjunto natural es muy importante para la sociedad porque es la base de los servicios ecosistémicos esenciales para la humanidad [Convención de la Diversidad Biológica [CBD], 2005]¹². Si bien este componente parecería sentirse lejano cuando se vive en un centro urbano, lo cierto es que nos permite tener un aire limpio, comida, agua, medicina, fibras, materiales de construcción y combustibles, entre muchos otros recursos. La diversidad de la vida es mucho más que solo objetos de ciencia, y se necesita la naturaleza para el bienestar de las personas [Foro Nacional Ambiental, 2024].

La enorme biodiversidad con la que cuenta Colombia le representa al país la oportunidad de consolidar una base de crecimiento económico que mejore las condiciones de seguridad alimentaria, contribuya a la reducción de la pobreza e impulse el desarrollo productivo sostenible, entre otros temas de interés nacional, haciéndonos más resilientes ante fenómenos meteorológicos extremos y el cambio climático. Este capital natural es posible gracias a que el 51,9 % del territorio nacional está cubierto por bosques naturales tropicales [Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2024] y cuenta con varios ecosistemas que permiten tal diversidad debido a las condiciones biogeográficas que nos dividen en las grandes biorregiones: Pacífico, Andes, Caribe, Amazonía y Orinoquía. No obstante, esta riqueza natural está siendo afectada por el cambio climático en el presente, un fenómeno que se agudizará en el futuro y tendrá un costo en el valor de los servicios ecosistémicos del país del que aún no tenemos una medición exacta.

Precisamente, los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los entornos naturales [Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2003; WWF, s. f.]. Se pueden dividir

en: (1) aprovisionamiento, relacionados con estilos de vida: alimentación, agua potable, aire puro; (2) regulación, esto es, bienes producidos por la regulación de ecosistemas como erosión, polinización para que los ecosistemas se regeneren, fertilidad de suelos o control de inundación y enfermedades; (3) de sostenimiento o apoyo, que tienen que ver con factores para que el ecosistema esté en óptimas condiciones: calidad de nutrientes; y (4) culturales, que son beneficios espirituales, culturales o recreativos o característicos de una comunidad, y se asocian con la forma en que se interactúa con el entorno (por ejemplo, ecoturismo, recreación).

Nuestra riqueza en activos naturales, como se destacó, es la oportunidad de crecimiento que debemos aprovechar de manera sostenible para ofrecerle al mundo herramientas de sostenibilidad [CPC, 2023]. Ahora bien, es necesario a su vez balancear las políticas de protección a la biodiversidad con las de crecimiento, que algunas veces pueden ir en contravía. Por ejemplo, por proteger la biodiversidad se eliminan algunos incentivos que pueden estar fortaleciendo otras actividades económicas; igualmente, por desarrollar una actividad económica, se puede generar un impacto a ciertos servicios que luego pueden incluso afectar más el crecimiento general. Por lo tanto, es importante encontrar ese balance¹³.

Igualmente, se debe considerar que, para aprovechar sosteniblemente el potencial de la biodiversidad, es fundamental fomentar la investigación y la innovación en el uso de recursos biológicos, garantizando que las prácticas sean inclusivas y equitativas. La implementación de tecnologías sostenibles, como la biotecnología y la agroecología, puede maximizar los beneficios de la biodiversidad al mismo tiempo que se minimizan los impactos negativos en los ecosistemas. Además, es crucial involucrar a las comunidades locales en la gestión de estos recursos, ya que su conocimiento tradicional y su conexión con el entorno son parte del desarrollo de estrategias que respeten la diversidad biológica y promuevan un desarrollo económico a favor del planeta.

11. Por ejemplo, las selvas tropicales, tundra, arrecifes de coral, manglares, bosques, humedales, páramos, marismas, entre otros.

12. La CBD entró en vigor para Colombia por medio de la Ley 165 de 1994 y de la Decisión 391 de 1996 de la Comunidad Andina de Naciones [CAN].

13. Recordemos que la existencia de una norma como parte de una política o iniciativa de protección no necesariamente garantiza que no se esté generando un daño ambiental.



MIRADA A LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA

En Colombia nos hacemos llamar un país megadiverso, pero en la cotidianidad quienes no conocen el tema o no están en constante relación con él pueden no tener tan claro el porqué, ni tampoco cómo nos vemos respecto a otras naciones¹⁴. La Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (ENBSE) de Gómez *et al.* (2021) muestra un panorama completo con un horizonte de vigencia hasta el 2050, y contiene “información estratégica sobre el estado y tendencias de la biodiversidad ligados con el bienestar humano en Colombia” (Álvarez *et al.*, 2021, p. 27). Además, en el país se han identificado alrededor de 314 ecosistemas marinos y continentales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente], 2018)¹⁵.

La comparación internacional que presentamos a continuación se realiza con base en el índice global de biodiversidad (IGB), producido por The Swiftest (2022), que evalúa a 201 países a propósito del número de aves, anfibios, peces, mamíferos, reptiles y especies de plantas presen-

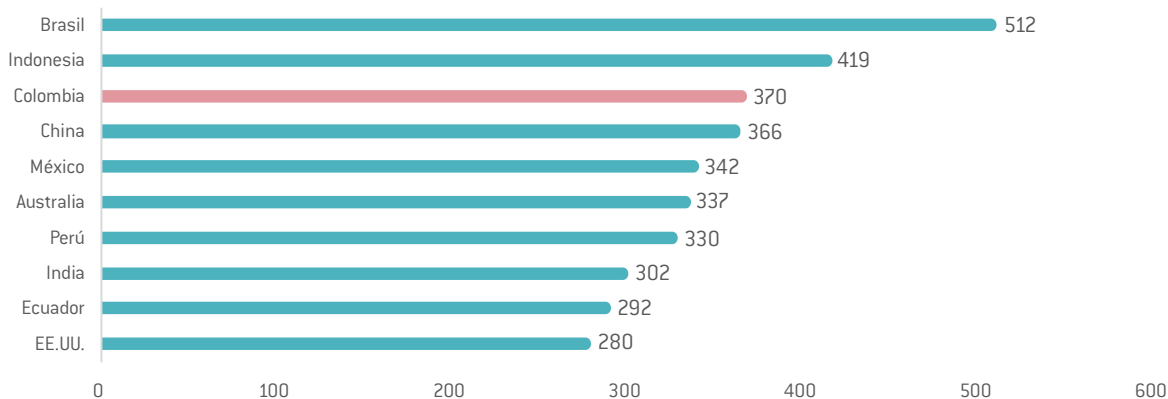
tes en cada nación, aunque cabe precisar que la biodiversidad va más allá de las especies¹⁶. En el *ranking*, que se hace con números en bruto sin ajustar por el tamaño o la localización geográfica, Colombia se ubicó en el tercer lugar, después de Brasil e Indonesia¹⁷.

También existen otros indicadores de biodiversidad que muestran una visión integral al considerar, además de las especies, otros factores como las acciones de los países para conservar los ecosistemas naturales y proteger toda la biodiversidad dentro de sus fronteras, al estilo del pilar de *biodiversidad y hábitat del EPI* (Block *et al.*, 2024) que hace parte del Environmental Performance Index (EPI). Asimismo, vale la pena aclarar que no estamos usando para esta comparación los datos que ofrece el *SIB Colombia*, que contiene información más actualizada frente a cifras observadas de especies y *rankings* en el país y se actualiza en tiempo real, porque necesitamos una misma fuente para todos los países por consistencia metodológica.

Gráfica 2. IGB 2022. Primeras 10 posiciones (valor)



En América Latina se encuentran cinco de los diez país más biodiversos según el ranking de The Swiftest.



Fuente: elaboración propia con base en The Swiftest (2022).

Nota: Índice para 201 países que incluye seis componentes: número de aves, anfibios, peces, mamíferos, reptiles y especies de plantas presentes; no se ajusta por el tamaño o la localización geográfica. Existen otros índices que incluyen otras consideraciones aparte de las especies.

14. A propósito de la COP 16 de Biodiversidad que tuvo lugar en Cali en octubre, se buscó desde Minambiente hacer pedagogía al respecto y estuvo disponible, entre otros elementos, una [caja de herramientas digital](#) con documentos informativos, pedagógicos y de sensibilización con el propósito de inspirar y facilitar la participación ciudadana.

15. WWF (2022) plantea que Colombia tiene 85 grandes tipos de ecosistemas identificados; sin embargo, estos tipos o categorías pueden incluir varios ecosistemas al mismo tiempo. Por ejemplo, es posible que un humedal se encuentre en la sabana y en los páramos, y se contabiliza como un solo tipo.

16. Así, “La biodiversidad es la capacidad de mantenimiento de la funcionalidad de la vida en el planeta a lo largo de millones de años y de resolver los problemas adaptativos a los que nos enfrentamos, cantera genética con la cual se resuelven los problemas vitales del planeta” (El Colombiano, 2024).

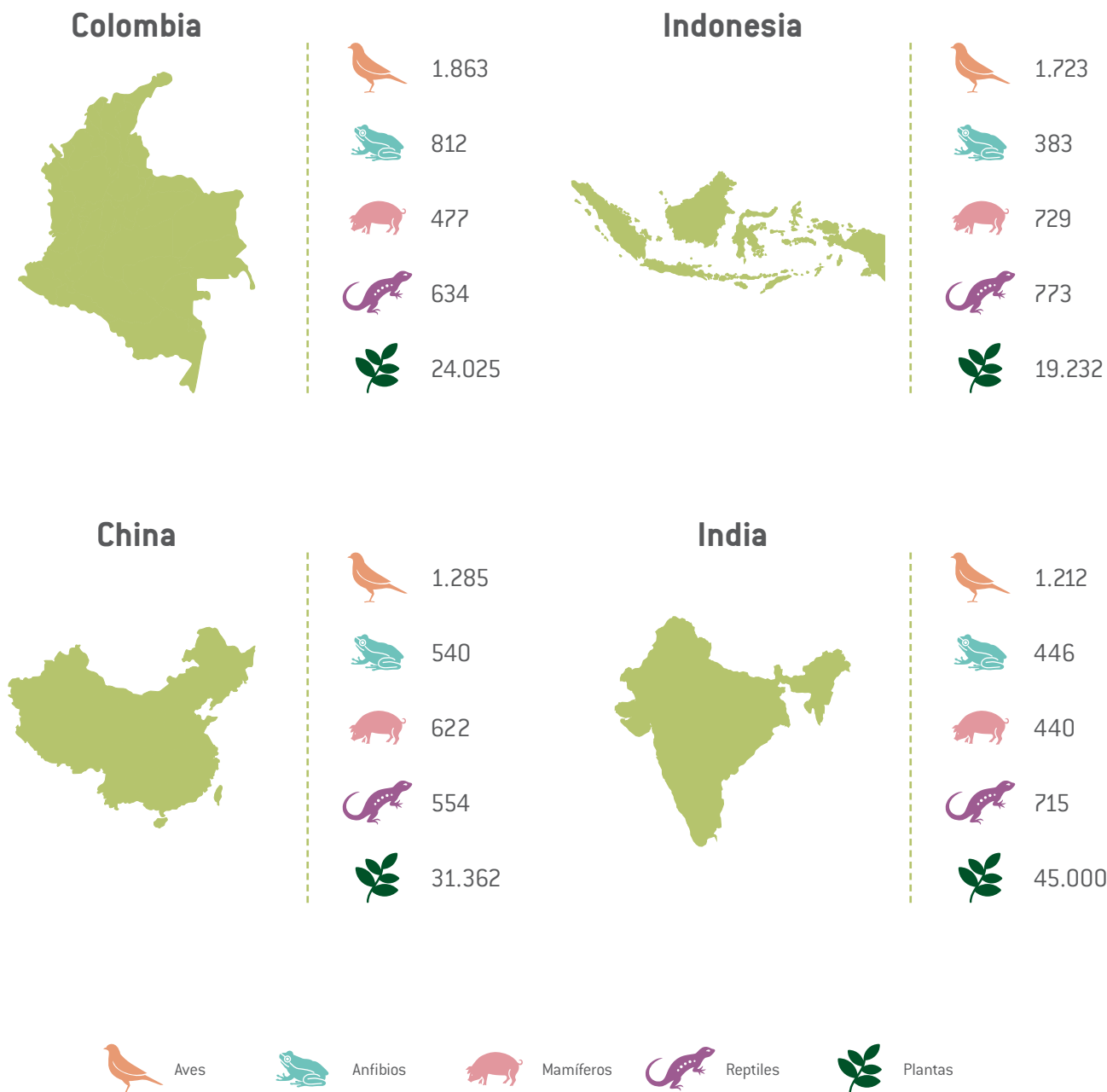
17. Gómez *et al.* (2021) muestran por ejemplo que Colombia en ese momento tenía registradas 63.303 especies, ocupaba el segundo lugar en biodiversidad después de Brasil, y le seguían Indonesia, China y México. Tenía además 1.302 especies amenazadas, 3.524 objeto de comercio, y 509 introducidas, invasoras o trasplantadas.



Si bien Colombia ocupó el tercer lugar en el IGB de The Swiftest, es el país que lidera las categorías de aves con 1.863 especies y anfibios con 812 especies (Tabla 1). Por su parte, en las categorías de mamíferos y reptiles se ubicó en el puesto 7 con 477 especies y 634 especies respectivamente, mientras que en cuanto a peces al-

canzó la posición 13. Con respecto a plantas, el país se encuentra en la quinta posición con 24.025 especies¹⁸. Como se puede observar, en América Latina, además de Brasil, Perú, Ecuador y México también aparecen en los primeros diez lugares de estos componentes; Venezuela aparece en dos de ellos.

Tabla 1. Pilares del IGB 2022. Primeras 10 posiciones (número de especies)¹⁹

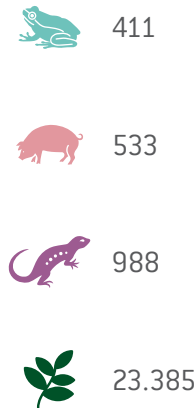


18. Las cifras del SiB Colombia para la última semana de septiembre de 2024 revelaban: 1.821 aves, 927 anfibios, 458 mamíferos, 592 reptiles, 37.718 plantas y 4.298 peces (SiB Colombia, 2024).

19. Si bien algunos rankings nos ubican de segundos o terceros, somos el primero por kilómetro cuadrado. No se incluye la información para peces.



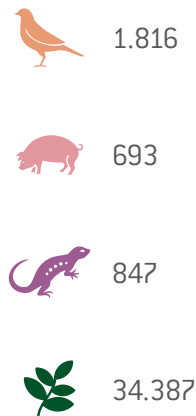
México



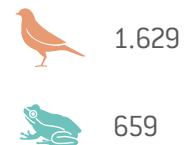
Perú



Brasil



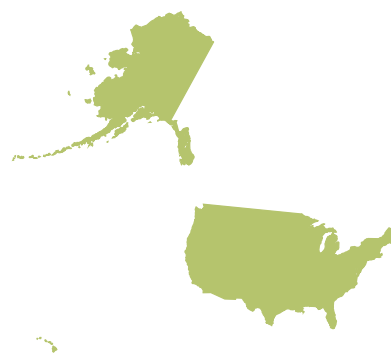
Ecuador



Venezuela



EE.UU.



Aves



Anfibios



Mamíferos



Reptiles





Plantas




Rep. Dem. Congo



 1.110
 465

Australia



 1.131
 19.324

Papúa Nueva Guinea



 416

Bolivia



 1.435

Myanmar



 540

Madagascar



 377

Kenia



 424

Vietnam



 512

Suráfrica



 21.250



Fuente: elaboración propia con base en The Swifttest (2022).



En la Tabla 1 se muestra una foto sobre biodiversidad existente en términos de especies, dando luces sobre el potencial que tiene Colombia. Ante este diagnóstico, lo evidente es aprovechar esta ventaja de manera sostenible como resultado de la “apropiación de nuevas tecnologías, la investigación y el desarrollo” (Reunión de apertura con expertos, 2024). Vale resaltar por ejemplo el potencial de uso de todas las especies a través de los esfuerzos más recientes de bioprospección que se presentan en las publicaciones del [catálogo de plantas útiles de Colombia](#) y su plataforma [Colplanta](#), así como del [catálogo de hongos de Colombia](#) y su plataforma [Colfungi](#)²⁰.

Ciertamente, la bioprospección, que consiste en la búsqueda y explotación de compuestos biológicos con aplicaciones comerciales, debe ser una prioridad para Colombia, convirtiéndose en una estrategia clave para aprovechar el potencial biológico del país. Esto puede llevarse a cabo mediante alianzas entre el Gobierno, la industria, la academia y las comunidades locales para desarrollar programas de bioprospección, asegurando que los beneficios derivados del uso de los recursos biológicos sean distribuidos de manera equitativa.

Ejemplos de aprovechamiento del potencial de la biodiversidad

En este contexto es importante tener presente que, si bien existe un potencial de uso de la biodiversidad, no necesariamente se puede disponer de él de manera completa ni automática. Es clave reconocer que la biodiversidad no solo está contenida en las áreas protegidas, y de hecho “los datos que se tienen son fundamentalmente por fuera de las áreas protegidas, dado que adentro de las áreas no es fácil hacer investigación” (García, comunicación personal, 2024). Si bien algunas áreas son de conservación, existen otras en las que es posible tener actividades productivas o económicas y también de investigación.

En cuanto a la biodiversidad, los Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN) son esenciales ya que conservan el 35 % de las especies de flora y fauna del país, lo que equivale a 24.404 especies de un total de 69.772 (Parques Nacionales Naturales de Colombia [PNNC], s. f.-b). Según el Instituto Humboldt, se han identificado 399 unidades ecológicas a nivel continental, de las cuales 332, es decir, el 83,2 % del total de ecosistemas, están representadas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

El Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) cuenta a la fecha de elaboración de este documento con 61 áreas protegidas, además de 4 distritos de manejo integrado (DNMI), sumando un total de 65 áreas protegidas a cargo del cuidado de PNNC. Estas áreas abarcan una superficie total de 38.872.777,3 hectáreas, lo que representa el 18,7 % del territorio nacional. De este total, 14.969.880,1 hectáreas son terrestres (13,1 % de la superficie terrestre del país) y 23.902.897,1 hectáreas son marinas (25,7 % de

la superficie marina de la nación). En el SPNN se incluyen parques nacionales, santuarios de flora y fauna, y reservas naturales²¹, de las cuales 37 son áreas con vocación turística (es decir, tienen la capacidad de prestar algún servicio ecoturístico), y alrededor de 25 se encontraban abiertas finalizando agosto de 2024.

En relación con esto, el avance del documento CONPES 4050 del SINAP después de tres años de estar en ejecución es relevante por la visión en torno al aprovechamiento de la biodiversidad que persigue. En especial, se destaca su estrategia de incrementar la corresponsabilidad de los sectores productivos y la retribución de comunidades locales, generando beneficios para quienes contribuyen a la conservación de la biodiversidad (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2021). A la fecha, el avance respecto a las metas finales es de 18,3 %. De los cuatro objetivos, el más avanzado es aquel relacionado con incrementar la efectividad en la gestión del SINAP y sus áreas protegidas. De las 56 acciones, 1 debía haber ya concluido con corte a diciembre de 2023, aunque solo ha avanzado 30 %, 46 concluyen en 2030, y las 9 restantes culminarían su ejecución de entre 2024 y 2028.

Parte de este potencial de la biodiversidad en el país se viene aprovechando a través de diferentes iniciativas. Por un lado, como señalamos en el [INC 2022-2023](#), “los ingredientes naturales y productos de la biodiversidad colombiana se pueden utilizar para la producción de alimentos, medicinas, insumos agrícolas, combustibles, fibras para textiles, tinturas, cosméticos, entre otros” (CPC, 2022, p. 523). Precisamente, el portafolio de BIO IN se ha construido de la

20. Esto va muy en línea con el hecho de que “conocer las diferentes especies y relacionarlas con sus características útiles nos ha proporcionado progreso económico y social en muchos niveles” (Misión de Sabios, 2020, p. 24).

21. El año 2023 cerró con 60 áreas protegidas bajo jurisdicción del SPNN, que correspondían a alrededor 23,16 millones de hectáreas ubicadas en su gran mayoría en tres regiones: Amazonía, Pacífico y el Caribe (juntas suman 86,5 % del total). No obstante, hay un mayor número de PNN en el Caribe, seguido por los Andes occidentales y la Amazonía (Parques Cómo Vamos, 2023). Vale la pena recordar que Colombia adquirió el compromiso de ampliar la meta de conservación a 30 % en 2030.



mano de la cooperación suiza, Swiss Contact, a través de Colombia Más Competitiva, y tendrá su actualización en noviembre de 2024.

Por otro lado, una iniciativa relevante de los últimos años es la relacionada con el turismo de naturaleza (que incluye tanto ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural) que lidera el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT)²², de la que es importante tener datos más granulares para poder hacer un análisis del panorama completo en línea con el avance del [Plan Sectorial de Turismo 2022-2026](#). También existe hace un par de años un [portafolio de negocios verdes](#) de turismo elaborado por Minambiente.

Institucionalidad

Aprender de la biodiversidad es quizás uno de los mayores desafíos que tenemos como sociedad, incluso a propósito de la COP 16 de biodiversidad, que se celebró entre el 20 de octubre y el 1 de noviembre, ya habrá finalizado para el momento de publicación de este documento. El anhelo es que la COP haya sido una oportunidad clave para avanzar en la implementación del Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal, de manera que se hayan tomado decisiones efectivas y no solo en el papel para luchar contra la pérdida de biodiversidad en el mundo, el uso sostenible de sus recursos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos.

En Colombia existen diferentes institutos de investigación que desde hace años están adelantando esta labor. En este sentido, el [Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt \(Instituto Humboldt\)](#) es el referente por excelencia al ser el encargado de levantar y formar el inventario científico de la biodiversidad en el territorio nacional y realizar investigación básica y aplicada sobre los recursos bióticos, hidrobiológicos y genéticos de flora y fauna del país (Instituto Humboldt, s. f.).

Por su parte, el [Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI](#) está enfocado en la Amazonía y tiene diferentes sedes y proyectos asociados a distintos recursos tanto locales (incluyendo regalías) como internacionales. La organización cuenta con expertos en todas las ramas de la biología: flora, fauna, reptiles, peces, insectos, microorganismos, quienes hacen investigación en laboratorios que puede llegar a escalarse en el sector productivo.

En esta línea, un buen enfoque es el diseño de políticas que fomenten el ecoturismo responsable y la capacitación de las comunidades locales en la gestión de estos recursos, generando ingresos sostenibles que incentiven la conservación y el uso responsable de la biodiversidad. Para ello, la coordinación institucional es fundamental con el fin de maximizar la eficiencia y efectividad. Recientemente, el MinCIT y el programa Destino de Naturaleza de USAID lanzaron la Caja de Herramientas para la Planificación Estratégica de Destinos Turísticos, que espera ser un recurso de gran utilidad (MinCIT, 2024) y contiene una cartilla con la [formulación de planes de desarrollo turísticos con enfoque de mercado, naturaleza y conservación](#).

Estos profesionales trabajan con comunidades y etnias de tradición y le dan especial énfasis a la creación de cadenas de valor²³.

También, el [Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras \(INVEMAR\)](#) lleva a cabo inventarios sistemáticos de la biodiversidad marina y costera, fomentando el conocimiento ecológico y biogeográfico de las especies en estas áreas. Asimismo, realiza investigaciones científicas y monitoreos continuos, identificando amenazas y proponiendo medidas de conservación, a la vez que promueve la educación ambiental y la divulgación científica y desarrolla y apoya proyectos de restauración y conservación (INVEMAR, 2022). Por último, el [Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico \(IIAP\)](#) tiene como misión realizar investigaciones que generen información y conocimiento sobre el Chocó biogeográfico. Este trabajo apoya la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas a niveles nacional, regional y local en temas ambientales y de desarrollo sostenible (IIAP, s. f.).

Asimismo, Parques Nacionales Naturales de Colombia, en el eje de “Territorios sostenibles e innovadores” del Plan Estratégico Institucional (PEI), decidió construir una estrategia de bioeconomía que busca armonizar acciones en los territorios para promover la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Esta estrategia tiene como objetivo generar bienestar en las comunidades y reducir la presión sobre los ecosistemas estratégicos del país debido a actividades antrópicas como la agricultura intensiva y la ganadería, que ejercen una presión considerable sobre los ecosistemas naturales (PNNC, s. f.-a).

22. Mientras se escribía este capítulo en el segundo semestre de 2024, desde el MinCIT se proponían ocho productos como parte de la estrategia de reindustrialización desde la bioeconomía que también se venía trabajando con el instituto SINCHI; entre ellos: sachá inchi, açafá, cacay, copoazú, cacao y aguacate.

23. También, el documento de la ENBSE mencionada arriba es uno de los referentes más recientes sobre el tema en Colombia. Por último, el SiB Colombia, administrado por el Instituto Humboldt, es una red nacional de datos abiertos sobre biodiversidad que ya cumple 30 años, y está disponible para consulta de diferentes públicos. Tiene “más de 28 millones de datos abiertos sobre biodiversidad del país gracias a la participación de 214 organizaciones publicadoras” (Minambiente, 2024e, p. 30).



Plan de Acción de la Biodiversidad

Además de las instituciones que investigan sobre biodiversidad en el país, varias de las cuales hacen parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA), en Colombia se encontraba vigente durante la edición de este capítulo la [Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos \(PNGIBSE\)](#), que se formuló en 2012 y había sido elaborada con base en las Metas Aichi, que era un conjunto de 20 objetivos globales adoptados en 2010 (Minambiente, s. f.). Este instrumento tenía un [plan de acción](#) con metas a 2020, 2025 y 2030, y se estaba actualizando en el proceso de elaboración de este informe. Es relevante conocer hasta dónde se avanzó en esta década respecto a lo planteado en la PNGIBSE y su respectivo plan de acción para tener claro de dónde partimos considerando el nuevo [Plan de Acción de la Biodiversidad \(PAB\)](#) en Colombia que se presentó en la COP 16 de Biodiversidad el pasado 21 de octubre en la ciudad de Cali²⁴.

El PAB se comenzó a actualizar desde el año 2023, continuó dicho proceso en el año 2024 y está basado en el Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal adoptado en la COP 15 de Biodiversidad en diciembre de 2022. Este marco tiene 23 medidas divididas en cuatro objetivos para “detener e invertir la pérdida de diversidad biológica, y contribuir así a los tres objetivos del CDB y a los objetivos de sus protocolos”.

Durante la edición final de este capítulo se conocieron las cuatro apuestas incluidas en el documento del PAB actualizado que estuvo en consulta de la ciudadanía finalizando septiembre. Estas son: (1) la integración y coherencia intersectorial para la gestión territorial de la biodiversidad y la acción climática como determinantes de la planificación y el ordenamiento; (2) impulso a la transición de los modelos productivos hacia la sostenibilidad, la revalorización de la biodiversidad y la distribución justa y equitativa de los beneficios; (3) la atención a la informalidad y contención de los delitos ambientales asociados a los motores de pérdida de la biodi-

versidad; y (4) gobernanza, corresponsabilidad y movilización de recursos para la gestión colectiva y biocultural de los territorios, para el bienestar de los grupos étnicos y las comunidades locales (Minambiente, 2024a).

Las cuatro apuestas anteriores tienen asociadas seis metas nacionales sobre las que es importante definir con mayor claridad los 25 indicadores con las que esperan ser medidos, así como tener responsables claros, en particular respecto a la meta 6, asociada a modelos de financiamiento sostenible. Adicionalmente, territorializar las metas es fundamental para tener claridad a la hora de hacerles seguimiento y monitoreo a cada uno de los indicadores propuestos y publicados en el documento para consulta ciudadana que se presentó en la COP 16 de Cali. El PAB final tiene el detalle de 191 acciones sectoriales con 63 indicadores, así como 39 recomendaciones para instituciones regionales (Minambiente, 2024h, p. 24).

A propósito de la COP 16, en dicho encuentro también se presentó la Ruta de Biodiversidad y Empresa, que fue elaborada por las instituciones del sector ambiente y desarrollo sostenible en cabeza de Minambiente en asocio con la Asociación Nacional de Empresarios (ANDI) y el Consejo Gremial. Esta herramienta busca crear un diálogo empresa-gobierno en Colombia para apoyar la implementación del Marco Global de Biodiversidad desde la acción empresarial²⁵. En esta hoja de ruta multisectorial de carácter no obligatorio se priorizan 16 de las 23 metas del Marco Global de Kunming-Montreal aprobado en la COP 15 en 2022²⁶. Dicho documento ofrece lineamientos y herramientas para que el sector empresarial colombiano integre la biodiversidad en su estrategia de negocio como elemento clave de la sostenibilidad a largo plazo, pues en últimas se trata de un compromiso con el futuro porque las empresas no solo gestionarán riesgos sino podrán aprovechar nuevas oportunidades de negocio (ANDI Colombia, 2024).

24. Este plan “determina las metas y acciones del país para conservar y hacer uso sostenible de la biodiversidad al 2030, en línea con las 23 metas del Marco Global de Biodiversidad Kunming Montreal” (Minambiente, 2024a).

25. Su visión es que “Al 2050 el sector empresarial y productivo colombiano valora, conserva y usa sosteniblemente la biodiversidad considerándola como un pilar fundamental para el éxito y continuidad de su negocio” (ANDI Colombia, 2024).

26. Estas metas son divididas en: determinantes (15 y 19), metas objetivo (2, 3, 7, 10, 11 y 20), resultado (5, 6, 8, 16 y 21), y reguladoras (14, 18 y 22).



Algunas señales del futuro de la biodiversidad en Colombia

En la ENBSE se dan “señales sobre las tendencias futuras en temas estratégicos de biodiversidad y servicios ecosistémicos (BSE), a partir de la revisión de información secundaria de modelos y escenarios que se han generado para Colombia, y discute estos resultados en relación con la gestión de la BSE” (Gómez *et al.*, 2021, p. 1.064)²⁷. Algunos datos de escenarios futuros plantean que las regiones donde habrá incrementos de la precipitación hacia el 2050 serán: el centro y el norte del Pacífico, el Magdalena medio, la sabana de Bogotá, Sogamoso, y los valles de Catatumbo y Arauca. En contraste, el piedemonte llanero y amazónico, el centro de la Orinoquía y la región central amazónica tendrán una reducción de lluvias, entre el 10 % y 15 % para 2050. Por otra parte, en 2100, cerca del 35 % de los corales estarían expuestos a temperaturas marinas superiores a 28,9 °C (Gómez *et al.*, 2021, p. 56)²⁸.

Según la ENBSE, la cantidad de agua que demandará el país después del 2022 será superior a la oferta y estará concentrada en los requerimientos de los sectores productivos, en especial el agrícola. Esta estimación puede ser complementada con las proyecciones

hídricas para 2021-2040 del Estudio Nacional de Agua, que incluyen la demanda hídrica de los sectores “agrícola y poscosecha; pecuario, minería, hidrocarburos, energía, servicios y doméstico” (IDEAM, 2023). Específicamente, el agrícola será el renglón más afectado considerando la variación en la precipitación debido al cambio climático y dada su clara dependencia frente a la disponibilidad de agua de lluvia.

Infortunadamente, “escenarios y proyecciones futuras donde se cuantifique el valor monetario de los servicios ecosistémicos representando la heterogeneidad y diversidad de ecosistemas en Colombia son inexistentes”. Este vacío es un llamado a que los institutos del SINA, sobre todo el Humboldt, en asocio con el DANE, trabajen en la generación de este tipo de indicadores, que además respondan al aumento en el valor social que tendrá la biodiversidad.

De manera similar, necesitamos tener indicadores para contabilizar la depreciación del capital natural en Colombia, entendido como cualquier recurso o activo de la naturaleza que guarda o provee valor a las personas y la economía y es por tanto uno de los fundamentos del crecimiento (CPC, 2022).

→ BIOECONOMÍA Y SU EVOLUCIÓN MÁS RECIENTE EN EL PAÍS

Definir qué es bioeconomía puede ser un reto en sí mismo. Sin embargo, en este capítulo usamos el término al hacer referencia a la “producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible” (Global Bioeconomy Summit, 2018, 2020; Instituto Humboldt, s. f.-a; Misión de Sabios, 2020). Esta definición está muy relacionada con aquella

incluida en el documento CONPES 3934, “Política de Crecimiento Verde”: “Economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación” (Biontropic, 2018; DNP, 2019, p. 26)²⁹.

La visión de futuro que fue construida como parte del proceso de elaboración de este INC 2024-2025 en relación con el crecimiento verde plantea que Colombia logrará en treinta años que la biodiversidad sea una fuente principal del crecimiento económico

27. Lamentablemente, uno de los resultados es el “hallazgo de importantes vacíos de información debido a la ausencia de datos”, lo cual enciende las “alertas sobre la necesidad de generación de nuevos datos y futuros análisis sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos (BSE)” (Gómez *et al.*, 2021, p. 83).

28. En el capítulo de *Productividad rural* de este INC 2024-2025 se muestran los mapas de los escenarios en el cambio de precipitaciones y temperatura media para tres franjas de tiempo en Colombia: 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, respecto al periodo de referencia 1976-2005 planteado en Ideam *et al.* (2015). Específicamente, la Tercera Comunicación de Cambio Climático indicaba que “se esperaba que la temperatura media para Colombia en el periodo 2011-2040 tenga un aumento de aproximadamente 1,0 °C en los 4 RCP (son caminos representativos de concentración utilizados para realizar los escenarios futuros, que se aplican al forzamiento radiativo y a las emisiones de toneladas de CO2 equivalentes). En el periodo 2041-2070, un cambio de alrededor de 1,0-1,5 °C en el RCP 2.6 y 1,5-2,0 °C en el RCP 8.5. Para 2071-2100 habría un aumento de cerca de 1,0 °C en el RCP 2.6 y de 2,0 °C a 3,5 °C en el RCP 8.5” (Ideam *et al.*, 2017, p. 225).

29. En la actualidad desde el Minambiente se están manejando tres modelos de bioeconomía: (1) fortalecimiento, que comprende emprendimientos e iniciativas productivas y modelos de negocios sostenibles; (2) encadenamiento, donde tiene lugar la integración en la cadena de valor y reducción de brechas productivas; y (3) sofisticación, que incluye mayores procesos de agregación de valor e innovación, así como el desarrollo de bioprospección.



sostenible. Los esfuerzos dirigidos en este sentido hacia la bioeconomía no son recientes en el país, pues los avances del Gobierno nacional completan más de 30 años. En la última década, en particular, se destacan el Programa Colombia BIO 2015, el documento CONPES 3934, la Misión de Sabios de 2019, la Estrategia de Bioeconomía de 2020 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias)³⁰, el PND 2022-2026, “Potencia Mundial de la Vida”, y más recientemente, la Misión Bioeconomía y Territorio de 2023 de Minciencias.

En el [INC 2022-2023](#) mencionábamos que se encontraban en elaboración una serie de agendas regionales de operación y financiación de bioeconomía para identificar capacidades, potencialidades problemáticas y brechas (CPC, 2022). Sin embargo, en el documento CONPES 4129, “Política Nacional de Reindustrialización”, se aprobó una acción sobre la elaboración de 32 agendas regionales de bioeconomía y agricultura 4.0 que quedó en cabeza de la Agencia de Desarrollo Rural y que se esperaba culminar en el año 2028 (incluso dentro del PAB actualizado, en la meta 3 de potenciar la biodiversidad, se mencionan las 32 agendas departamentales de bioeconomía).

Es clave aprovechar, por un lado, el trabajo adelantado por Minciencias en el pasado reciente respecto a las agendas regionales de bioeconomía, así como otra serie de iniciativas en diferentes entidades de órdenes nacional y regional en curso. De manera complementaria, es importante hacer pedagogía sobre bioeconomía en los departamentos y a nivel general en la sociedad con el propósito

de unificar criterios y definiciones para que el ejercicio sea efectivo y exitoso.

Ahora bien, para que la bioeconomía logre ser el motor de crecimiento económico que se anhela en Colombia, tal como fue mencionado en la reunión de apertura del capítulo de *Ciencia, tecnología e innovación* (CTI) de este INC 2024-2025, se requieren diferentes cambios y ajustes: algunos a nivel institucional; otros, a nivel regulatorio; también, relacionados con la infraestructura de laboratorios. En algunos casos se requiere desarrollar departamentos de propiedad intelectual, y en otros, equipos de negociación que permitan hacer ese emparejamiento entre la necesidades del mercado y desarrollo de investigación, así como a nivel de patentes (Murcia, comunicación personal, 2024).

Esta necesidad para el desarrollo de capacidades identificada desde la inversión pública no se ha satisfecho, y debería pensarse como una gran oportunidad en lugar de asimilarla como riesgo dado que necesitamos usar la investigación intensiva en biodiversidad para generar nuevas fuentes de producción sostenibles³¹. Para estos estudios, es fundamental el rol de los institutos de investigación del SINA, así como la actividad del ecosistema de investigación alrededor de la bioeconomía en el país, que incluye a universidades, centros de investigación y sector productivo³², el cual debe aprender de todo lo que mencionamos en el capítulo de *Ciencia, tecnología e innovación* de este INC 2024-2025 respecto a articulación de actores, alineación de expectativas, creación de redes de colaboración, etc.

Próximos pasos en bioeconomía en Colombia

La visión de la bioeconomía en el país en los próximos diez años está ligada a la Misión de Bioeconomía y Territorio de Minciencias, que se enfoca en: (1) fortalecer cadenas de valor en el marco de la CTI para la generación de productos y servicios basados en ocho aplicaciones de la bioeconomía (alimentos y bebidas funcionales, bioinsumos agropecuarios, biopolímeros, biorrefinerías, fitomedicamentos, cosmética [cosmética natural y cosmeceútica], CTI aplicada al turismo de naturaleza y biorremediación); y (2) consolidar aplicaciones de la bioeconomía destinadas a aumentar la

productividad y la competitividad en las regiones a niveles nacional e internacional. Además, se incluye un componente de fortalecimiento de capacidades humanas y técnicas.

La Misión de Bioeconomía y Territorio tiene además una hoja de ruta que se estuvo trabajando en el primer semestre de 2024. Es clave hacerle un monitoreo a esta estrategia, que permita identificar de qué manera se están materializando las apuestas que plantea para la próxima década. Los sectores que allí se han priorizado son: agricultura y ganadería, alimentos y bebidas, química, energía, salud y turismo.

30. Planteó cinco áreas estratégicas de trabajo: (1) biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, (2) Colombia biointeligente, (3) agro productivo y sostenible, (4) biomasa y química verde, y (5) salud y bienestar social.

31. Incluye impulsar mayores inversiones verdes y azules, en línea con las tendencias identificadas en la primera sección, tanto en investigación aplicada como en desarrollo tecnológico para el aprovechamiento de la biodiversidad.

32. En esta oportunidad no analizamos el tema de las potencialidades que tiene Colombia en bioeconomía relacionada con los océanos; sin embargo, esperamos abordar de alguna manera el “tesoro azul” o biodiversidad marina del país en próximas oportunidades (Misión de Sabios, 2020, p. 144).



Simultáneamente, el MincIT ha comenzado a trabajar en algunas iniciativas en bioeconomía en el marco de la reindustrialización a lo largo de 2024, centrando sus esfuerzos en el fortalecimiento de seis cadenas productivas: sachá inchi, acaí, cacaú, copoazú, cacao y aguacate. Sin embargo, el trabajo articulado a nivel institucional es fundamental para evitar duplicar esfuerzos y construir sobre avances anteriores de diferentes entidades que vienen trabajando en el ecosistema de bioeconomía que se está forjando desde el Gobierno nacional, así como desde el sector productivo, hace unos años. Incluso institutos como el SINCHI tienen investigaciones adelantadas sobre la mayoría de los productos que se priorizarían desde el sector comercio³³.

En la misma línea, se ha reconocido que el potencial de Colombia para posicionarse en el mundo como proveedor de ingredientes naturales es grande. Su cadena la integran los proveedores de material vegetal, las empresas productoras de ingredientes naturales, formuladoras y distribuidores, y fabricantes de la industria alimenticia, cosmética y suplementos dietarios, además de las instituciones de órdenes público y privado (Swisscontact, s. f.). De hecho, existe actualmente un plan de acción priorizado para 29 especies en donde se puede revisar la caracterización de oferta y demanda (nacional e internacional) y que ha sido adelantado por la cooperación suiza a través de Colombia más Competitiva.

En relación con lo anterior, el documento CONPES 4129 tiene una acción a cargo del DNP sobre diseñar e implementar un observatorio de bioeconomía a diez años (los dos primeros orientados al diseño, y los subsiguientes, a su implementación), que es una necesidad urgente y debería hacerse de manera anticipada dados los requerimientos de información desde diferentes actores interesados. Esta medida permitiría además tener en un solo lugar el conocimiento sobre iniciativas desde el sector productivo que pueden servir como ejemplo de las formas como se aprovecha la biodiversidad en distintas áreas.

Específicamente, dicho observatorio podría incluir un mapeo o portafolio de diversas empresas colombianas que desde hace años vienen aprovechando la biodiversidad de manera sostenible dadas la oportunidad de negocio que existen y la demanda de mercado que responde, operando a favor del medio ambiente. Algu-

nas de estas organizaciones (135 a corte del primer semestre de 2024) hacen parte del [Sistema B](#) y se distinguen por adoptar altos estándares de prácticas ambientales, sociales y de gobernanza. Otras opciones podrían ser algunas firmas que hacen parte del [catálogo de negocios verdes del Minambiente](#) o el [portafolio bio de Minciencias](#), que contiene productos de alto valor agregado que se desarrollan en el país.

También se pueden conocer distintos ejemplos a través de [Biontropic](#), que es una corporación privada que lleva en funcionamiento alrededor de una década y apoya el “desarrollo de los proyectos y negocios de biotecnología y biodiversidad en el país” (Biontropic, s. f.). Actualmente, el Minambiente se encuentra trabajando en el desarrollo de una estrategia de empresas ancla hacia la bioeconomía³⁴, bien sean nacionales, locales o internacionales, dentro de la Estrategia Nacional de Competitividad de Negocios Verdes, cuyo objetivo es impulsar el fortalecimiento y encadenamiento de negocios verdes, las cadenas de valor de negocios verdes, y al mismo tiempo la sostenibilidad corporativa. Complementario a la iniciativa, se busca que la bioeconomía sea una forma de integración productiva y un modelo de sostenibilidad para el país basado en el uso sostenible de la biodiversidad.

Precisamente, en los últimos años el DANE ha venido trabajando de manera rigurosa en la creación de la Cuenta Temática de Bioeconomía, que busca medir la participación del valor agregado de la bioeconomía en la economía nacional y cuyos resultados esperan divulgarse en el año 2025. Actualmente, siguiendo los lineamientos del Modelo Genérico del Proceso Estadístico (GSBPM, por sus siglas en inglés), se han surtido las fases de detección y análisis de necesidades, diseño, construcción, recolección o acopio y procesamiento, y a la fecha de edición de este capítulo se encuentran realizando el análisis de la información acopiada y procesada para el año de referencia establecido por la entidad. Se espera culminar el proceso con la difusión de la primera medición, la cual que tendrá una periodicidad anual y sería publicada con desagregación geográfica total nacional.

En este contexto es relevante mencionar que el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) se reactivó en el segundo semestre de 2024, y con el Decreto 2212 de 2023³⁵ los comités téc-

33. El [Hub de Innovación en Bioeconomía para Bogotá-Región](#) se lanzó finalizando el primer semestre de 2024, como parte del paso a la economía del futuro, y es un proyecto del Instituto Humboldt, ProBogotá, la Universidad del Rosario y el Instituto de Ambiente de Estocolmo (ISE por sus siglas en inglés) que promueve “la gestión sostenible de la biodiversidad, sus servicios ecosistémicos y activos bioculturales, de tal forma que se materialicen en el fomento de alternativas económicas sostenibles” (Instituto Humboldt, 2024).

34. Estas firmas hacen parte de la tipología de negocios verdes, que además incluye a los emprendimientos y negocios verdes certificados. Vale la pena tener presente que los negocios verdes pueden ser tradicionales y sofisticados, y sus ecosistemas logran vincular la economía popular, los emprendimientos y las empresas ancla.

35. [“Por el cual se adiciona el Capítulo 6 del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, respecto de la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación \(SNCI\)”](#).



nicos tuvieron una modificación de manera que en el Comité Técnico de Desarrollo Productivo Sostenible se abordan los temas relacionados con bioeconomía³⁶. No obstante, se está trabajando en la creación de un mecanismo de coordinación y articulación intersectorial en torno al modelo de bioeconomía, liderado por el DNP, con el apoyo del Global Green Growth Institute (GGGI) y la participación de Minciencias, MinCIT, Minambiente, los institutos de investigación SINCHI y Humboldt, ProColombia, Invima, instituciones académicas como

la Universidades del Rosario y el SENA, representantes del sector privado como ANDI, Confecámaras, el CPC y organismos de cooperación como Swisscontact, USAID, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), y la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales (Asocars). Esta instancia, que busca brindar soluciones respecto de la brecha de implementación en territorios y la movilización de recursos para su financiamiento, fue presentada en la COP 16 de Biodiversidad.

→ EL ENFOQUE REGIONAL O TERRITORIAL QUE NECESITAMOS TENER PRESENTE

Colombia es un país de regiones, y esto tiene consideraciones fundamentales en su relación con el capital natural y la biodiversidad. Por lo tanto, deberíamos pensar y diferenciar el crecimiento verde en Colombia por regiones (Flórez *et al.*, 2022), de manera que no solo hablemos de un único crecimiento verde (García, comunicación personal, 2024), o en su defecto que tengamos estrategias diferenciadas de acuerdo con las capacidades técnicas presentes, así como el capital natural que buscamos aprovechar de manera sostenible allí. Por ejemplo, la Misión de Bioeconomía y Territorio de Minciencias busca impulsar ese enfoque territorial diferenciado. En ese sentido, desde esta última perspectiva, promover la capacitación técnica y el fortalecimiento de capacidades locales en torno a la gestión sostenible de los recursos naturales es un factor clave para asegurar que las comunidades puedan participar activamente en la ejecución de proyectos y liderar iniciativas que promuevan el crecimiento verde en sus territorios.

Las capacidades locales deben aprovechar las instancias de coordinación multiactor existentes como lo son las comisiones regionales de competitividad e innovación (CRCI), los consejos departamentales de ciencia, tecnología e innovación (Codecti), los consejos directivos de las corporaciones autónomas regionales (CAR), entre otras, para guiar el aprovechamiento del potencial de la biodiversidad a nivel regional. De hecho, desde las regiones hay iniciativas que emergen en este sentido.

Por ejemplo, finalizando 2022, el departamento del Tolima expidió una ordenanza de bioeconomía y también creó un comité interinstitucional de bioeconomía con 15 instituciones tanto pú-

blicas como privadas que incluye a la Universidad de Ibagué y la Universidad del Tolima. En efecto, en el segundo semestre de 2023 se socializaron los lineamientos y líneas estratégicas para la formulación e implementación de política pública en bioeconomía a nivel departamental, un avance que, si bien se enmarca en la anterior administración, está recibiendo continuidad en la actual. Incluir indicadores que permitan hacerle monitoreo y seguimiento a los objetivos que se planteen en esta iniciativa es un elemento esencial para poder medir el éxito de esta, de manera que sirva de guía a otras regiones y logre coordinarse con las agendas que desde el Gobierno nacional se tienen estipuladas en la política de reindustrialización.

De manera complementaria, el desarrollo de infraestructura científica y tecnológica en regiones como el Pacífico, la Amazonía y los llanos orientales es también clave para consolidar la bioeconomía en Colombia. Aprovechar la trayectoria de institutos como el SINCHI, el IIAP, el INVEMAR y algunos centros de investigación en otras regiones de Colombia que no necesariamente mencionamos en este capítulo pueden funcionar como esos nodos de innovación enfocados en la transformación de los recursos biológicos locales. De este modo se podrían obtener productos que están siendo demandados a nivel local o internacional, en línea con “la investigación aplicada orientada al desarrollo de bioproductos que favorezcan tanto la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como el desarrollo económico sostenible de las comunidades” (Minciencias, comunicación personal, 2024).

36. Para el SINCHI en su conjunto se comenzó a elaborar una agenda de competitividad e innovación con un horizonte de corto plazo (dos años) para la reactivación económica 2024-2026 y de mediano plazo (cuatro años) para implementar la política de reindustrialización, así como los componentes productivos de la Reforma Rural Integral, la transición energética y justa, y la paz.



RECUADRO 1. UN EJEMPLO DE ALGO QUE YA SUCEDE: AMAZONÍA EMPRENDE- ESCUELA BOSQUE

Una forma de aprovechar la biodiversidad puede ser a través de la iniciativa de Amazonía Emprende en Caquetá. Esta es una organización cuya misión es contribuir a restaurar ecosistemas y su biodiversidad en Colombia por medio de dos instrumentos: (1) la Escuela Bosque (modelo pedagógico sobre restauración de ecosistemas) y (2) el Centro de Semillas Nativas (estrategia de generación de material vegetal de alta calidad con gran diversidad de especies y biodiversidad genética).

Uno de los elementos claves del éxito de Amazonía Emprende ha sido la licencia social. Desde 2019 construye tejido social con la comunidad, educándola y construyendo posibilidades económicas que la habiliten, también beneficiando a los habitantes de la zona mediante la conservación y restauración de ecosistemas. En su Centro de Semillas Nativas, identifican árboles que generan semillas vigorosas, capacitan a la población para usarlas y aprovecharlas y, con ello, les generan valor económico a partir de la venta de estas. Este esfuerzo parte de la capacidad de construir de manera colaborativa, mejorar sentidos de vida, enamorándose de la restauración y construyendo confianza y relaciones poderosas mediadas por la empatía.

Amazonía Emprende busca, por ejemplo, recuperar servicios ecosistémicos, darle vida de nuevo al entorno natural, y rehabilitar y emular lo que se tenía antes de la restauración. A su vez, recuerdan que con hambre no hay restauración, por lo que impulsan el desarrollo de huertas caseras, dado que la comida no debe faltar en el plato. En efecto, su mentalidad corresponde a la de los emprendedores tecnológicos que buscan aliarse para crecer. *Específicamente, estas alianzas les han permitido potenciar y multiplicar no solo las ganancias, pues han encontrado la forma de replicar el impacto colaborando.*

En este contexto, la compensación ambiental también sirve para generar vínculos con empresas que necesitan compensar su huella de carbono, lo que se convierte en una oportunidad económica para las comunidades. En esa medida, tienen la convicción de “comunicar lo que se hace porque, si no se cuenta, sencillamente no nace”.

Uno de los retos de esta iniciativa es atraer talentos y vocación, así como la posible escalabilidad de este emprendimiento sostenible. La realidad es que la restauración tiene un costo y se necesitan incentivos económicos; no basta el amor a una causa loable por el planeta. En consecuencia, Amazonía Emprende tiene claro que debe aprovechar sus oportunidades de manera sostenible y con sensatez. En ese sentido, las alianzas con entidades como el BID Lab, Acumen, Microsoft, Nestlé, SVX, Fundación Bancolombia, Corpoamazonía y otras han sido claves para escalar el trabajo de la organización.

Por último, y no menos importante, se debe tener en cuenta que este es solo uno de los varios casos que existen a nivel nacional respecto al aprovechamiento de la biodiversidad en Colombia. Es importante que se haga una mejor y mayor divulgación de las empresas y organizaciones, así como de las diferentes iniciativas y proyectos, que logran la transformación de la biodiversidad de manera sostenible agregándole valor en el país en diferentes áreas o sectores productivos, de manera que puedan llegar a futuros consumidores o posibles interesados que quizás aún hoy no los conocen. Por ejemplo, por mencionar algunos sin hacer una lista exhaustiva, tenemos a **Grupo Aje, Corpocampo, Ecoflora Cares, Amapurí, DreemBio, Bioingred Tech, BioD, Kahai, Naturela y Neyber.**



RECUADRO 2. CHAGRA BIODIVERSA, EJEMPLO SOBRESALIENTE DE USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD CON LAS COMUNIDADES LOCALES ALREDEDOR DEL PARQUE NACIONAL NATURAL AMACAYACU

Liderado por PNNC, con el respaldo de la FAO, la Agencia Italiana de Cooperación y el Programa DRET II de la Unión Europea, el proyecto fomentó prácticas agrícolas tradicionales de las comunidades indígenas Ticuna, como el manejo de las chagras (huertas biodiversas) para asegurar la soberanía alimentaria. Además, fortaleció el papel de las mujeres como guardianas de semillas y conocimientos ancestrales, integrando la economía solidaria y la gastronomía tradicional con la conservación del ecosistema amazónico, demostrando una gestión sostenible de los recursos naturales en armonía con la biodiversidad.

Este proyecto también representa cómo la biodiversidad puede ser una fuente de desarrollo económico inclusivo y sostenible. La creación de una unidad de negocio de gastronomía, basada en la biodiversidad local, permite a las comunidades generar ingresos mientras preservan sus tradiciones culturales y el entorno natural. Esto refleja el principio de la bioeconomía: usar los recursos biológicos de manera responsable, asegurando su regeneración y beneficio para las generaciones futuras. Este enfoque integró aliados estratégicos internacionales para fomentar el desarrollo económico en equilibrio con la conservación.



LA REALIDAD DE LO QUE TENEMOS Y LA NECESIDAD DE TRABAJAR POR HONRAR LOS COMPROMISOS FUTUROS

→ ¿QUÉ NOS DICEN LAS CIFRAS MÁS RECIENTES SOBRE EMISIONES DE GEI EN COLOMBIA?³⁷

En informes pasados hemos planteado que la mitigación de GEI en Colombia no es nuestro mayor problema y que no entenderlo no puede llevar a sacrificios de bienestar de nuestra población que no redunden en el beneficio del planeta. La proporción de lo que se emite en términos de GEI en el país respecto al total mundial es alrededor de 0,59 %, de acuerdo con las cifras más recientes de Climate Watch para 2021, una proporción que puede incluso llegar a ser más baja al utilizar otras fuentes de información: por ejemplo, según cifras de la Comisión Europea (2024), llega al 0,4 %³⁸. Esto, por supuesto, no significa en ningún caso que la opción sea incrementar esa participación en el total de emisiones.

Por su parte, en la región de América Latina, Brasil, México y Argentina ocupan escalafones superiores a los de Colombia con 3,2 %, 1,3 % y 0,9 % de la participación mundial de emisiones de GEI (Climate Watch, 2024). Recordemos que no emitimos GEI en las magnitudes que lo hacen los países desarrollados, y también vale la pena tener presente que “la población, que contribuye menos a las emisiones mundiales que el crecimiento económico, se concentra en las regiones con menos emisiones, mientras que estas son más elevadas en las regiones donde el crecimiento demográfico es bajo o donde la población ha empezado a disminuir” (Deuster, 2023, p. 30).

37. En versiones anteriores del INC hemos utilizado la información oficial para Colombia sobre emisiones de IDEAM (2022). Aunque las estimaciones internacionales acuden mucho más a datos de actividad estándar IPCC, es decir, a promedios, en esta oportunidad tomamos una fuente distinta a los inventarios nacionales a 2018 (año disponible a la fecha de elaboración de este documento), que revela un panorama más reciente y no aquel observado hace más de cinco años. Se esperan una Cuarta Comunicación de Cambio Climático y el informe Bienal de Transparencia de Colombia en los próximos meses. En el proceso de edición final del INC, el IDEAM presentó los resultados del [Inventario de GEI](#) con corte a 2021.

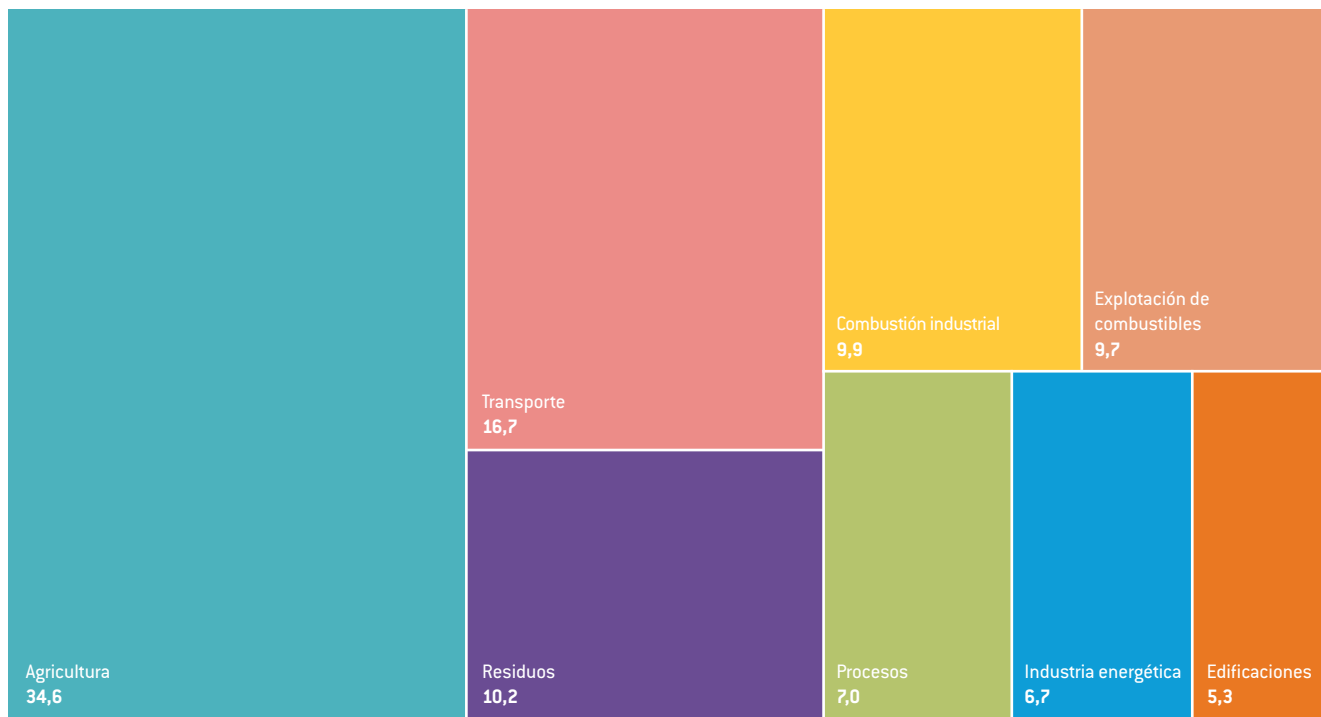
38. Nuestros compromisos internacionales ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático actuales son: llegar a ser un país carbono neutral al 2050, y emitir como máximo 169,44 millones de CO₂e q en 2030 (equivalente a una reducción del 51 % de las emisiones de GEI respecto a la proyección de emisiones en 2030 en el escenario de referencia, tener cero deforestación al 2030 y además reducir las emisiones de metano en 30 % respecto a los niveles de 2020).



Gráfica 3. Emisiones de GEI según sector en Colombia, 2023 (participación, %) ³⁹



Los sectores de agricultura y transporte lideran la emisión de GEI en Colombia. Los gases que se incluyen en ese total de emisiones incluyen dióxido de carbono, metano y óxido nitroso ⁴⁰.



Fuente: Comisión Europea (2024).

Ahora bien, si se analizan las cifras de emisiones por sector en Colombia de la Comisión Europea (2024) que se presentan en la Gráfica 3, se observa que, en el año 2023, la agricultura fue responsable del 34,6 % de la emisión de GEI total, mientras que en segundo lugar se encontraba el sector transporte (16,7 %), seguido por los residuos (10,2 %) y, muy de cerca, la combustión industrial (9,9 %). Sin embargo, el detalle de cada uno de los GEI también es relevante, pues según las estimaciones de la Comisión Europea (2024) las emisiones que correspondieron a metano (CH₄) han superado las de dióxido de carbono (CO₂) de manera recurrente ⁴¹. Específicamente, los datos del año 2023

muestran que la proporción de dióxido de carbono fue de 45 %; la de metano, 42 %; la de óxido nitroso (N₂O), 9,1 %; y otros gases, el 3,8 %.

En este análisis, vale la pena traer a colación que el CO₂ y el CH₄ tienen diferentes comportamientos en la atmósfera. Por una parte, el CO₂ puede permanecer allí durante cientos a miles de años, y su impacto en el calentamiento global es a largo plazo; en contraste, el CH₄ tiene una vida más corta en la atmósfera, de alrededor de una década (Climate and Clean Air Coalition [CCAC] y United Nations Environment Programme [UNEP], 2021), pero su capacidad de atrapar calor es mucho mayor, y su poder de calen-

39. En la categoría de agricultura la Comisión Europea no incluye lo relacionado con usos del suelo (LULUCF por sus siglas en inglés), sino que esto se calcula en un indicador separado. Dicho indicador comprende "terrenos forestales que permanecen como tales", "terrenos convertidos en terrenos forestales", así como "deforestación", "otras tierras" e "incendios de biomasa".

40. Recientemente, la estimación Emissions Database for Global Atmospheric Research [Edgar] incluyó la categoría de F-gases en el sector de procesos dentro de las cifras que publica (Comisión Europea, 2024).

41. Las emisiones de dióxido de carbono superaron a las de metano en 2014, 2015, 2016 y 2023.



tamiento supera en más de 80 veces el del CO₂ (UNEP-Climate Action, 2021). En suma, aunque el metano se queda menos tiempo en la atmósfera, su impacto a corto plazo es mucho más fuerte que el del CO₂. Por otro lado, el CO₂ tiene un efecto prolongado que puede durar siglos.

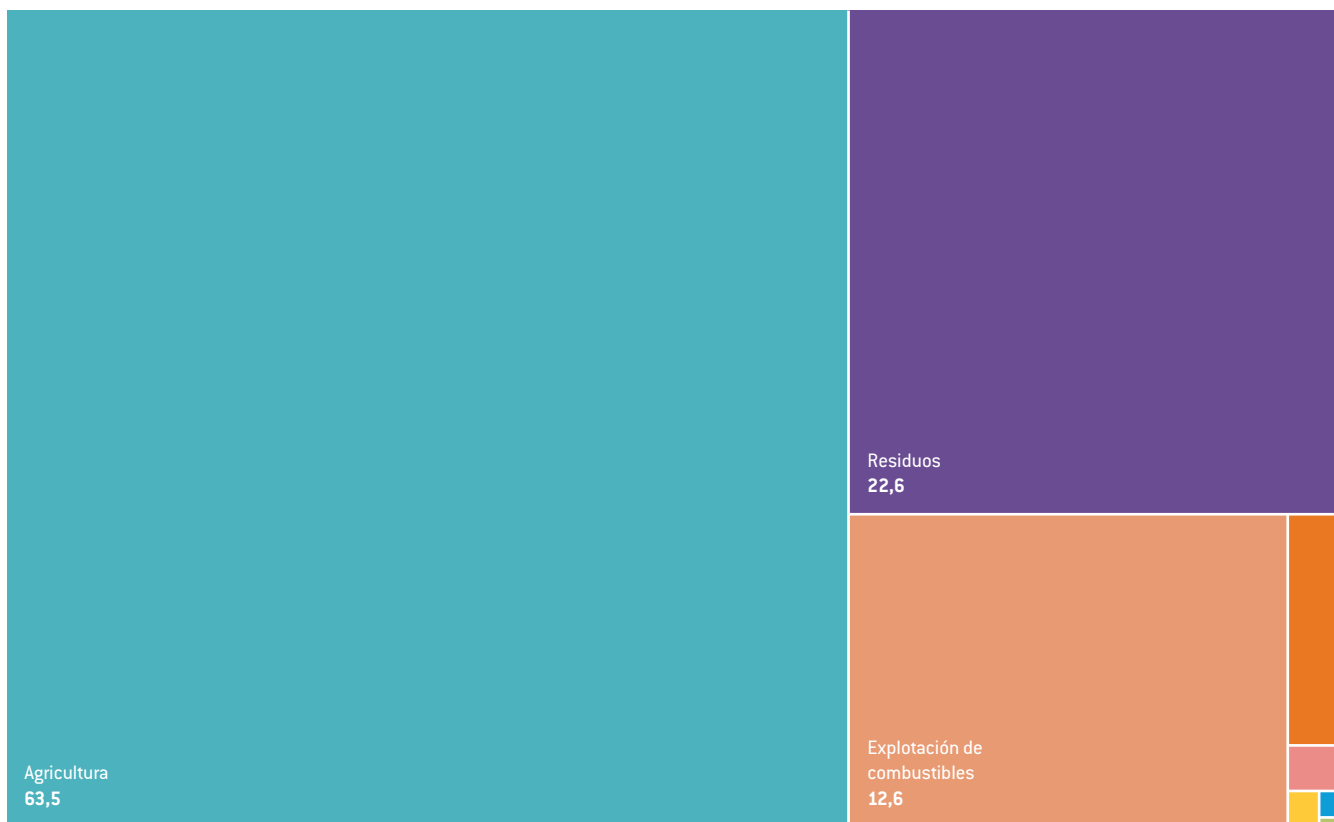
Por lo tanto, si realmente se trata de reducir las emisiones de las actividades más contaminantes, debemos empezar por hacer un mayor inversión y mejor uso de la tecnología en los sectores que tienen mayor participación en las emisiones de GEI. En el caso del metano, “su menor tiempo en la atmósfera significa que tomar

medidas ahora puede reducir rápidamente las concentraciones atmosféricas” (CCAC y UNEP, 2021, p. 11).

Es decir, la explotación de combustibles no es el principal problema: en la Gráfica 4 se observa cómo es la tercera en emisiones de metano, y en la Gráfica 5, que es la quinta en las de carbono. Entretanto, debemos prestarle atención a la categoría de agricultura, que es la que mayor participación tiene en las tres sustancias que se emiten. En efecto, esta categoría, según la Comisión Europea (2024), está compuesta por: suelos agrícolas, quema de residuos de cultivos, fermentación entérica, gestión del estiércol y emisiones indirectas de N₂O procedentes de la agricultura.

Gráfica 4. Emisiones de metano (CH₄) por sector en Colombia, 2023 (participación, %)

Según las cifras de la Comisión Europea (2024), en el año 2023 la agricultura fue el sector que mayores emisiones de metano produjo (63,6 %) en el país, seguido por los residuos (22,6 %) y la explotación de combustibles (12,6 %).



Edificaciones: 1,0 Transporte: 0,2 Combustión industrial: 0,1 Industria energética: 0,0 Procesos: 0,0

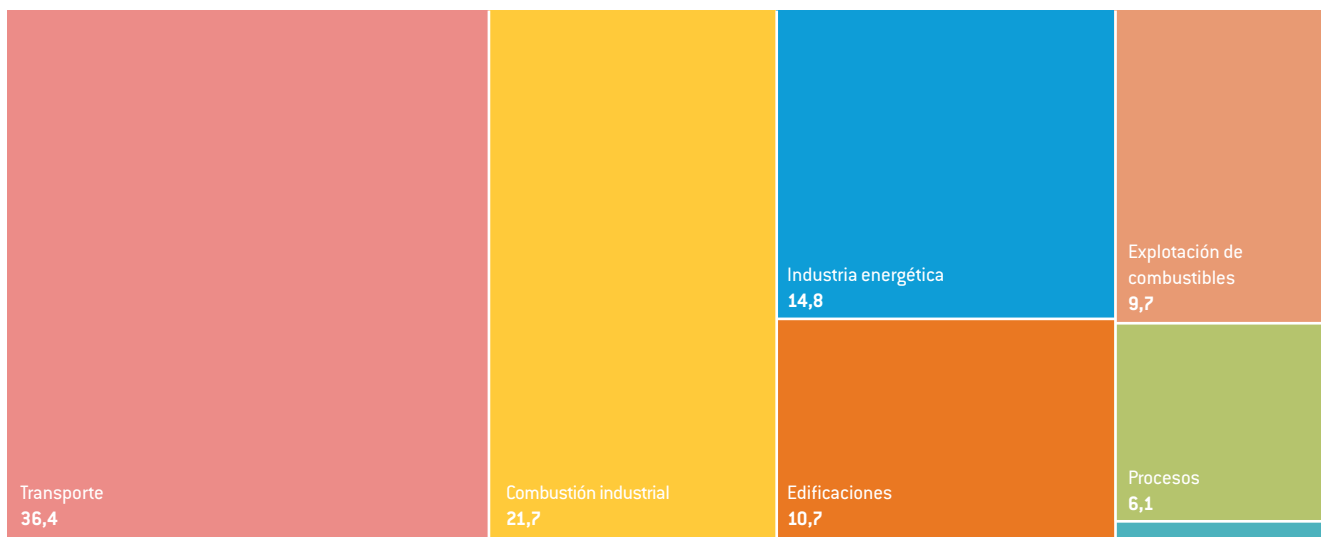
Fuente: Comisión Europea (2024).



Gráfica 5. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por sector en Colombia, 2023 (participación, %)



La emisión de dióxido de carbono en Colombia durante 2023 fue estimada por la Comisión Europea (2024) en 36,4 % para el sector transporte, seguida por la combustión industrial (21,7 %) y la industria energética (14,8 %). Edificaciones y la explotación de combustibles se encontraban en cuarto y quinto lugar respectivamente.



Fuente: Comisión Europea (2024).

Agricultura: 0,6 Residuos: 0,0

Gráfica 6. Emisiones de óxido nitroso (N₂O) por sector en Colombia, 2023 (participación, %)



En 2023, según estimaciones de la Comisión Europea (2024), el sector de la agricultura (83,6 %) y los residuos (8 %) fueron los de mayores emisiones de óxido nitroso a la atmósfera.



Edificaciones: 0,8 Combustión industrial: 0,6 Industria energética: 0,3 Explotación de combustibles: 0,0

Fuente: Comisión Europea (2024).



Aunque en esta sección no presentamos las cifras de emisiones por deforestación en Colombia, y específicamente por el cambio en el uso del suelo que en versiones anteriores del INC hemos caracterizado y descrito, no se nos puede olvidar que esta actividad tiene enormes consecuencias en la pérdida de los bosques, la biodiversidad y el capital natural, y por tanto también impacta nuestra productividad y competitividad (CPC, 2022). La deforestación acarrea importantes consecuencias en los departamentos donde mayormente se presenta: Caquetá, Guaviare, Putumayo, Meta y

Antioquia, como por ejemplo pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, alteración de los ciclos hidrológicos, impacto en las comunidades locales, entre otros. Si bien las cifras más recientes de este fenómeno reveladas por el IDEAM indican una disminución de más del 30 % en el 2023 respecto a los registros del año 2022, no podemos pasar por alto el hecho de que, en veinte años, se han deforestado en el país más de tres millones de hectáreas de bosques, cifra equiparable a la totalidad de bosques de Costa Rica en el año 2021 (García, comunicación personal, 2024).



LA NDC A 2030 DE COLOMBIA SE ACTUALIZARÁ

La NDC actualizada fue presentada por Colombia ante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático COP 26, realizada en Glasgow (Escocia) en 2020. Sin embargo, a la fecha de elaboración de este capítulo no hay del todo claridad sobre cómo ha avanzado dicha NDC debido a que hay diferentes metas que no tienen formulado su plan de implementación y seguimiento (incluso más de tres años después de presentada).

Finalizando 2024, se espera poner en funcionamiento la plataforma de Más Clima (+Clima), que coordinará el DNP, a través de la cual se le hará seguimiento a la NDC del país, en línea con la Ley 2169 de 2021⁴². A mediados de 2025 se presentará una NDC actualizada con metas a 2030, de acuerdo con el ciclo de ambición del Acuerdo de París, que es de cinco años, en la que ya se está trabajando desde el Gobierno nacional, en cabeza del Minambiente, y en cuyas discusiones se están incluyendo a entidades del orden nacional, a los Gobiernos territoriales, a las autoridades ambientales, al sector productivo, a la sociedad civil y a la academia, buscando su articulación⁴³.

Este proceso de actualización tiene siete principios rectores, espera estar alineado con la E2050 y, en línea con el balance mundial, incluirán los componentes de: {1} pérdidas y daños y {2} biodiversidad. Incorporar estos factores resulta relevante pues, como

habíamos señalado en informes anteriores, la articulación entre las metas y las agendas propias de las diferentes políticas, iniciativas y estrategias es urgente (CPC, 2022). Incluso generar nuevas metas de la NDC 3.0 en biodiversidad y cambio climático, fortaleciendo un mirada integral de adaptación y mitigación por medio de las SbN, fue una de las recomendaciones que surgió del Foro Latinoamericano y del Caribe de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional que tuvo lugar a mediados del año 2024 (Minambiente, 2024f).

La metodología del trabajo de actualización busca subsanar las debilidades en la formulación de la NDC de 2020, de manera que los diferentes actores incorporen en el proceso de formulación los indicadores con los que se les hará seguimiento y monitoreo. El Minambiente dispuso en su página web un [formulario para la postulación de las metas de la NDC 3.0](#) que estaría disponible hasta enero de 2025, en el que se deben cargar además tres documentos diligenciados: el plan de implementación y seguimiento de la medida, la ficha técnica del indicador de producto y resultado, y la carta de intención del representante legal de la entidad⁴⁴.

Los compromisos que aún están pendientes por cumplir hacia 2030 o incluso faltó formular en la NDC de 2020 no se eliminarán

42. Conocida como Ley de Acción Climática, pero cuyo nombre oficial es: "Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones". Desde la expedición de esta norma se creó entre Minambiente y el DNP un mecanismo de seguimiento y reporte que se estructuró y se socializó, y se capacitó a los actores responsables de las 237 metas y medidas allí contenidas. Se han acompañado desde las dos entidades a los diferentes ministerios, gobernaciones, alcaldías y empresas responsables de las metas y medidas de la NDC actual (Minambiente, comunicación personal, 2024).

43. Una serie de talleres de los diferentes nodos climáticos se realizaron en el segundo semestre de 2024 en diferentes ciudades de Colombia para poder hacer un proceso de actualización de forma participativa incluyendo a los diferentes actores interesados, así como las redes de jóvenes y la población en situación de discapacidad.

44. Este requerimiento se instauró como lección aprendida de la NDC de 2020, en la que las metas propuestas no contaban con un plan de implementación y seguimiento porque el mecanismo se creó posterior a la expedición de la ley.



de la nueva NDC; la idea es aumentar la ambición en línea con el proceso de progresión y no retroceso del Acuerdo de París. Tampoco se piensan multiplicar las metas, pero sí incluir en la NDC que se presente en 2025 medidas propuestas por los sectores que cumplan una serie de criterios de actualización; entre ellos: objetivos

medibles en términos de variables de cambio climático, identificar el impacto climático asociado a la implementación, la medida propuesta deberá estar preferiblemente en fase de implementación, y también deberá contar con estrategias de medición y seguimiento, etc. (Minambiente, 2024b, p. 4-5), incluida la financiación.

→ ¿HACIA DÓNDE VAMOS?

Debemos ver el riesgo del cambio climático como nuestra oportunidad para salir a crecer de manera sostenible preservando el planeta. En efecto, las diferentes formas en que se presenta o se evidencia el “cambio climático pueden significar una oportunidad para el crecimiento económico, el desarrollo social y el manejo responsable y sostenible de los ecosistemas” (Minambiente, 2024c). Esto fundamentalmente implica tecnología, y por eso el cambio en ese ámbito es tan esencial para poder navegar los retos que genera el cambio climático (para reducir la intensidad de la energía), así como el cambio demográfico, macro tendencias de las que hemos venido hablando en este INC 2024-2025.

Por ejemplo, en esta área de análisis se utiliza la famosa ecuación IPAT (por sus siglas en inglés), que al aplicarse a la emisión de GEI propone que el impacto del cambio climático (I) (o el problema ambiental que se esté abordando en esta expresión) está determinado por la interacción del tamaño de la población (P), la afluencia o consumo (A) y la tecnología (i) (Deuster, 2023, p. 22). Precisamente, el volumen máximo de población en Colombia se alcanzará en 2051 con 57,7 millones de personas (DNP *et al.*, 2023), y dicho pico de la población coincidirá con el año en el que nos hemos comprometido en el país a ser carbono neutros. En todo caso, mientras siga creciendo la población, se esperaría, por defecto, que habrá mayores emisiones en Colombia. Estas dos macro tendencias se influyen mutuamente, aunque las cifras de Naciones Unidas (ONU, 2024) muestran que la población económicamente activa (PEA) en Colombia tendría crecimientos anuales negativos a partir del año 2041.

El tamaño de la población importará por la vulnerabilidad y la capacidad de adaptarse. Si bien Colombia es un bajo emisor de GEI, con el crecimiento de la población se esperaría que sus emisiones aumenten un poco toda vez que el aumento de habitantes es uno de los factores demográficos que impactan en las emisiones globales. Sin embargo, hay otros fenómenos demográficos relacionados, como urbanización, envejecimiento, procesos de migración interna e internacional, que también las influyen (Deuster, 2023). El enverdecimiento de la economía mundial y el cambio en el consumo per cápita son parte de las soluciones inmediatas para reducir emisiones al 2050.

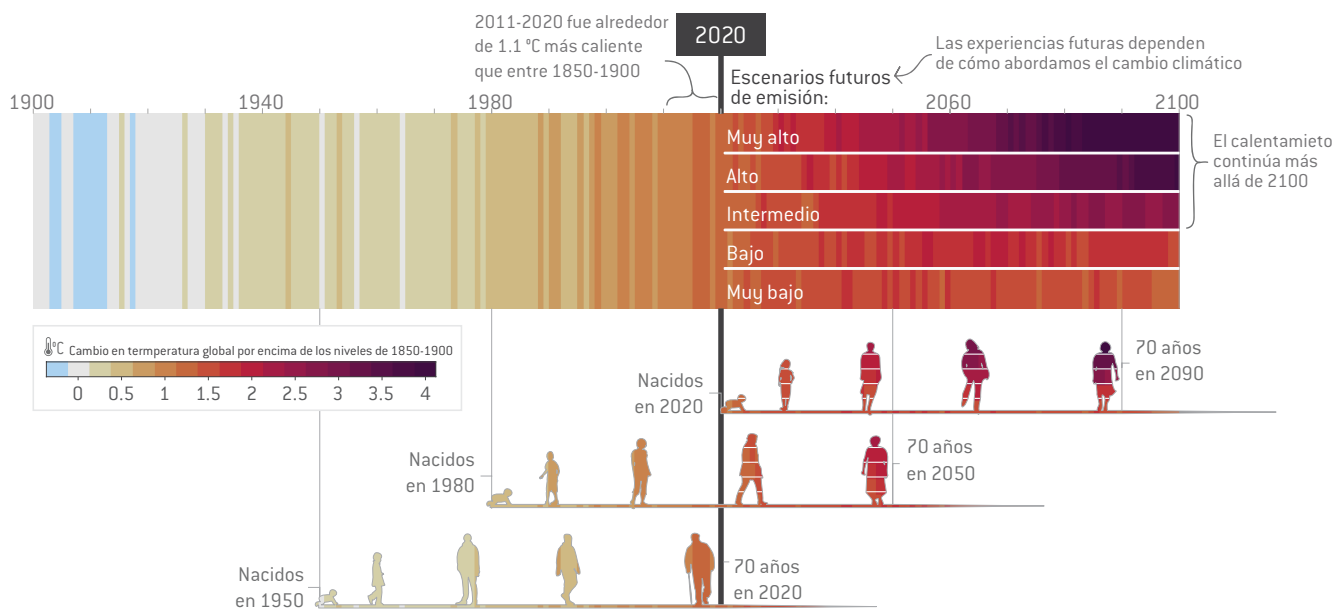
En este sentido, la Ilustración 2 invita a la reflexión sobre la urgencia de actuar dado que los cambios en temperatura respecto a 1850-1900 son significativos y en tres de los cinco escenarios que el [Panel Intergubernamental de Cambio Climático](#) (IPCC por sus siglas en inglés) maneja el calentamiento en el mundo continúa más allá de 2100. Para América Central y Suramérica, el reporte más reciente del IPCC señala algunos de los riesgos con alta probabilidad de ocurrencia en la región: riesgo para la seguridad del agua, graves efectos sobre la salud debido al aumento de las epidemias, degradación de los ecosistemas de arrecifes de coral debido a la decoloración de los corales, riesgo para la seguridad alimentaria debido a sequías frecuentes/extremas, daños a la vida y a las infraestructuras debido a inundaciones, deslizamientos de tierras, aumento del nivel del mar, tormentas y erosión costera (IPCC, 2023, p. 41).



Ilustración 2. Cambios observados (1900-2020) y previstos (2021-2100) de la temperatura global en superficie (en relación con 1850-1900)



Las decisiones que se tomen hoy y a corto plazo serán fundamentales para que generaciones actuales y futuras experimenten un mundo más cálido y diferente.



Fuente: IPCC (2023).

En este contexto, debemos tener una aproximación distinta a la inversión en ciencia y tecnología en el país y convencernos de la necesidad de innovar, mostrando de manera consecuente la disposición para hacerlo. El camino de las políticas de investigación e innovación orientada por misiones (PIIOM) de Minciencias es una buena aproximación para enfocar los esfuerzos de los diferentes actores para contribuir a luchar contra el cambio climático, sobre todo desde la bioeconomía y la transición energética⁴⁵. En efecto, como se menciona en el capítulo de *Ciencia, tecnología e innovación* de este INC 2024-2025, la asociación para resolver los problemas presentes y aprovechar las oportunidades que brinda el futuro, adquiriendo una consciencia de colmena, nos puede permitir transformar la sociedad.

Para concluir esta sección, se debe recordar que estamos convencidos de que el rol del sector productivo es determinante para aprovechar las múltiples oportunidades que se abren a futuro porque tiene el músculo, la dinámica y la independencia para accionar (CPC, 2023). En línea con esto, la institucionalidad que hace posibles nuevas formas de producción que permiten mejoras en competitividad no puede ser la del miedo, sino la de la oportunidad. Necesitamos institutos de vigilancia que fomenten e impulsen, pero no prohíban; también, entidades que prevengan riesgos y se puedan plegar a los lineamientos de entidades internacionales de renombre que no limitan la innovación, ni demoran su repuesta, retrasando el progreso del país, sino siendo más ágiles en sus decisiones; por supuesto, sin poner en peligro el estatus fitosanitario del país.

45. Los cinco PIIOM son: (1) [Bioeconomía y Territorio](#), (2) [Derecho Humano a la Alimentación – Hambre Cero](#), (3) [Transición Energética](#), (4) [Soberanía Sanitaria y Bienestar Social](#), y (5) [Ciencia para la Paz](#). Estaremos a la espera de los avances que se reporten de acuerdo con las hojas de ruta que se han generado para cada una de ellas.



MERCADOS DE CARBONO VOLUNTARIOS Y OBLIGATORIOS: ¿EN QUÉ VA COLOMBIA?

Como lo dijimos en el INC 2023-2024, el mundo necesita apoyo en la compensación de las emisiones que no está logrando eliminar, y es precisamente la capacidad en Colombia de absorción de carbono el producto que el mundo necesita. Sin embargo, para que el país pueda convertirse en ese sumidero a nivel mundial (proveedor de lo que otros necesitan), para insertarnos en un mercado de carbono internacional, es necesario primero ordenar la casa.

El proceso de organizarnos supone implementar —o revisar para su implementación— las recomendaciones de la comisión de estudio para la promoción y desarrollo de los mercados de carbono en Colombia (CEMC02) que se publicaron en julio de 2023 y poner a funcionar los mercados para que la transparencia, la claridad y la confiabilidad de su funcionamiento sean el atractivo para que los países más desarrollados, que son los altamente contaminantes, nos busquen⁴⁶. Específicamente, desde el Minambiente se está trabajando en el desarrollo de un decreto marco sobre el funcionamiento de los mercados de carbono, respondiendo a la necesidad de “ordenar la casa”.

En esta sección hablamos de desarrollos en los mercados de carbono tanto voluntario como obligatorio y posteriormente mencionamos la importancia del artículo 6 en este contexto. Si bien dichos mercados pueden ser un elemento clave dentro del futuro del país, tanto en el corto como en el mediano plazo, en la encuesta de prospectiva la captura, almacenamiento y remoción de carbono se reveló como la tendencia menos relevante (junto al consumo responsable) para afrontar los desafíos de crecimiento verde. Sin embargo, desde el CPC hemos reiterado la importancia de estos mercados para contribuir a la lucha contra el cambio climático, a honrar los compromisos que hemos suscrito a nivel mundial y también a aprovechar las oportunidades que se generan con los

activos naturales que el país tiene para ofrecerle al mundo, aunque también es claro que se necesitan reglas claras para poder operar.

Para el caso de los mercados voluntarios, una [decisión reciente de la Corte Constitucional](#), en su sentencia T-248 de 2024, ratifica que estamos rezagados en la tarea de lograr que los mercados de carbono sean como los ambicionamos, o al menos en lo referente con las comunidades indígenas⁴⁷. Por ejemplo, a la fecha no hay rutas claras para determinar la titularidad de un proyecto de bonos de carbono en territorios indígenas, no se han reglamentado las salvaguardas sociales y ambientales de los proyectos REDD+ (numeral 82), existe un vacío legal en el seguimiento, la vigilancia y el control al mercado voluntario de carbono, que a veces conduce a problemas de calidad en los certificados de carbono (numeral 85), e incluso se presenta el mismo problema con respecto a la competencia de tal vigilancia y control (numeral 87), entre otros. Si bien los mercados de carbono son un negocio legítimo, se necesitan bases regulatorias más fuertes, en las que poco se ha hecho en los últimos meses, o cuyos avances en su defecto no se han divulgado lo suficiente⁴⁸.

En el proceso de elaboración de este capítulo se publicó para comentarios el proyecto de decreto relacionado con el Programa Nacional de Cupos Transables de emisión de GEI (PNCTE), el cual hace parte del mercado obligatorio que se espera desarrollar en el país. Desde el CPC consideramos como una buena iniciativa esta iniciativa regulatoria en cuanto trata de unificar conceptos alrededor del tema planteando diferentes definiciones, propone un cronograma en distintas fases hasta 2030 y deja varios temas por reglamentar a través de posteriores resoluciones. Sabemos que el desarrollo de estos mercados no es inmediato, pero debería pensarse en acelerar la implementación para que sea una realidad y como país se pueda aprovechar.

46. La institucionalidad y la gobernanza son cruciales para establecer reglas claras y transparentes en los mercados de carbono, lo que genera confianza y seguridad para compradores y vendedores, además de que permite promover la integración de los mercados nacionales e internacionales de carbono. Es esencial tener mandatos claros sobre las funciones de cada entidad involucrada, sin necesidad de crear nuevas instituciones, pero sin duda una correcta asignación de funciones contribuirá significativamente a la generación de confianza en el mercado (CPC, 2023; CEMC02, 2023a, 2023b).

47. La forma en que funciona el mercado voluntario en la actualidad se incluye en la sentencia: un proyecto “se formula por una empresa desarrolladora o formuladora del proyecto y pasa por tres auditorías: validación y verificación a cargo de un OVV que los desarrolladores contratan para ello, y una tercera a cargo del Programa de Certificación o Estándar de Carbono. El proyecto, en su ejecución, sigue la metodología dispuesta por la compañía certificadora, la cual es contratada por el formulador de la iniciativa. Bajo este esquema, las empresas han liderado la formulación de las iniciativas, para la posterior verificación, validación y certificación de la cantidad de toneladas de CO₂ capturadas por los bosques, para la constitución de los activos financieros que son comercializados en distintos mercados nacionales o internacionales” (Corte Constitucional, 2024).

48. La sentencia T-248 de 2024 ordena el desarrollo de varios instrumentos por parte de Minambiente: (1) un informe “sobre las necesidades y circunstancias específicas para implementar proyectos REDD+ en territorios indígenas”, (2) la creación de un protocolo “con perspectiva étnica para la ejecución de proyectos REDD+” en dichos territorios, (3) también crear y coordinar “una estrategia integral de seguimiento, vigilancia y control a la operación de proyectos REDD+ en territorios colectivos”.



La implementación del PNCTE espera impulsarse a través del proyecto de [Partnership for Market Implementation](#) (PMI por sus siglas en inglés), que en Colombia estará vigente hasta 2027 y cuyos recursos serán administrados por Fondo Acción. Además, dicho proyecto incluye el apoyo para el alistamiento y el funcionamiento del Reporte Obligatorio de Emisiones de GEI (ROE). Aunque Colombia está en mora de tener datos claros y transparentes que permitan tener claridad sobre los mercados de carbono y su contabilidad, esta iniciativa del PMI contempla cuatro componen-

tes: (1) el diseño de la infraestructura del PNCTE; (2) un piloto e implementación; (3) fortalecimiento de capacidades y gestión del conocimiento, y (4) gestión del proyecto.

Por último, es relevante mencionar que el decreto 1275 de 2024⁴⁹ sobre Autoridad Indígena a nivel ambiental tuvo sanción presidencial a principios de octubre, pero quedan bastantes dudas sobre su operacionalización y cuál autoridad primará a la hora de tomar decisiones. Debemos esperar la revisión de su constitucionalidad para podernos pronunciar con posterioridad a ello.

Artículo 6

El Acuerdo de París es un compromiso global para limitar la temperatura que en 2025 cumplirá una década de haberse firmado, aunque lleva un poco menos en rigor y tendrá que someterse a evaluación. El artículo 6 de ese acuerdo, que se refiere a cómo se pueden transar las reducciones de emisiones para la cooperación entre países para cumplir sus NDC, se reglamentó en la COP 26, y aún existen detalles del mecanismo que falta por resolver. No obstante, ya se han propuesto dos aproximaciones basadas en mercado a través de los artículos 6.2 y 6.4.

Específicamente, el artículo 6.2 se refiere a la cooperación y la forma como los países pueden transar voluntariamente “resultados de mitigación”. Por otra parte, del artículo 6.4, conocido por sus siglas en inglés como el PACM (*Paris Agreement Crediting Mechanism*) y que contempla la forma como se generan créditos de carbono apoyando iniciativas que contribuyen a la lucha contra el cambio climático, pueden hacer parte tanto los países como indi-

viduos o empresas para compensar. Este mecanismo ya publicó una serie de documentos rectores al inicio de 2024 que sientan bases hacia el uso futuro del artículo 6 en su conjunto: estándar de acreditación, estándar de actividad para proyectos y estándar de validación y verificación.

Colombia hace parte del programa SPAR6C, liderado por GGGI para cuatro países (Colombia, Paquistán, Tailandia y Zambia) que buscan fortalecer su ambición de acción climática y el desarrollo de capacidades para poder aprovechar el artículo 6, en el marco del cual se vienen adelantando capacitaciones. Dicha iniciativa incluye la elaboración de una caja de herramientas y el apoyo a los Gobiernos para acceder a los mercados internacionales de carbono. Adicionalmente, GGGI actualmente trabaja en análisis iniciales de viabilidad sectorial para generar recomendaciones al Minambiente para integrar la producción de hidrógeno verde y la restauración forestal como actividades elegibles para financiamiento por artículo 6.

49. Por el cual se establecen las normas requeridas para el funcionamiento de los territorios indígenas en materia ambiental y el desarrollo de las competencias ambientales de las autoridades indígenas y su coordinación efectiva con las demás autoridades y/o entidades



CONSTRUYENDO JUNTOS UN FUTURO: TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA, CONFIABLE, SOSTENIBLE, REALISTA, PROGRESIVA Y ORDENADA

En el INC 2023-2024 señalamos que la “velocidad de la transición la determinan por un lado fomentar la descarbonización de la demanda y por el otro la seguridad, costo y asequibilidad de la energía” [CPC, 2023, p. 542]. Debemos partir del hecho de que en 30 años el mundo va a tener que seguirse moviendo y no va a haber un reemplazo completo de los combustibles fósiles, por lo que el ser humano necesita control sobre sus contingencias. En ese sentido, como lo mencionamos en el capítulo de *Energía* de este INC 2024-2025, diversificar la matriz energética en Colombia debe entenderse como un fortalecimiento de las formas tradicionales de generación en línea con una expansión hacia nuevas fuentes de energía. No son opciones excluyentes, sino complementarias, y deben estar armonizadas para asegurar la estabilidad y la confianza en el suministro energético.

La transición energética tiene que ser económicamente viable y también justa, involucrando a todos los actores. Recordemos que este proceso no es una moda ni un capricho; se trata de un negocio que puede desarrollarse aportando a la sociedad. La asociación para proyectos que son viables y la escala del proyecto son también relevantes. Asimismo, la normatividad tiene que acompañar, así como conectar la generación de cultura y consciencia, y entender el valor de lo que estamos generando. Además, esta transición energética no solo tiene impactos fiscales que es necesario tener presentes; también es preciso identificar claramente cuáles son las alternativas para los municipios y departamentos, por ejemplo, que dependen de las regalías.

Sin duda, volcarnos a energías renovables que sean menos contaminantes es un objetivo loable y deseable para poder hacerles frente a los incrementos en temperatura a causa del cambio climático que el IPCC ha reiterado en sus informes. Sin embargo, la confiabilidad del sistema no se puede poner en juego: necesitamos contar con energía eléctrica de manera continua, las 24 horas al día, los 7 días a la semana, atendiendo la demanda y manteniendo un suministro de energía constante en línea con los estándares técnicos de calidad y suficiencia⁵⁰. Es claro que “la intermitencia de fuentes como la solar y la eólica, que dependen de condiciones

climáticas, requiere soluciones innovadoras para asegurar un suministro constante y fiable” (ver capítulo de *Energía*).

Las energías renovables no son un sinónimo de tener energía infinita o inagotable, y aparte de la intermitencia señalada es clave reconocer que la generación de estas necesita estar acompañada de capacidad de almacenamiento, así como de mejoras en la transmisión y distribución de esa energía. Dentro de la [PIIOM de Minciencias](#), “[la Misión de Transición Energética](#)” tiene el reto fundamental de “asegurar la generación, acceso y uso de energías sostenibles para todos los colombianos”. Allí mismo se habla de que la transformación del sistema energético exige un proceso gradual con acciones priorizadas.

Debemos tener presente, como si fuera un mantra que volvemos eslogan, que *la apuesta en Colombia no puede ser dejar de explorar gas* porque, por un lado, “el gas natural es el combustible fósil cuya quema produce menos CO₂” [Brassiolo *et al.*, 2023, p. 129] y, por otro, detrás del carbón, el combustible fósil menos contaminante es el gas (cerca de la mitad de las emisiones) [CPC, 2023]. En suma, el gran acompañante del proceso de transición energética debería ser el gas, pues este contribuye a *reducir la pobreza energética*, es decir, a disminuir las situaciones en que una persona o un hogar tienen barreras o privaciones que les impiden llevar a cabo un conjunto básico de realizaciones humanas que usan como medio una energía adecuada y de calidad [Fundación Promigas e Inclusión SAS, 2023, p. 47].

Para concluir esta sección, aunque no menos significativo, conviene considerar que los materiales críticos que se demandarán para la transición energética serán intensivos en materiales y minerales. De hecho, a nivel mundial ya es evidente que existe un descalce entre la demanda y la oferta para muchos minerales, con niveles particularmente altos para el litio. El panorama de extracción de estos materiales críticos en el mundo comprende a Australia y Chile (litio), Indonesia (níquel), Chile (cobre), China (grafito y *disprosium*), Congo (cobalto) y Sudáfrica (platino, manganeso e iridio). Esta concentración en pocos países plantea retos sobre la seguridad de los recursos y la dinámica geopolítica [Agencia Internacional de las Energías Renovables [Irena], 2024].

50. Vale anotar que hay zonas de Colombia donde la luz llega solo un par de horas al día.



EL GRAN ALIADO: LA TECNOLOGÍA

En las secciones anteriores hemos abordado algunas áreas relacionadas con el aprovechamiento del capital natural del país destacando dónde están nuestras mayores preocupaciones. En efecto, “el capital natural del país ofrece enormes posibilidades tanto en la biomasa contenida en los bosques, como en la biomasa producida por las actividades agropecuarias, y los servicios ecosistémicos contenidos en el territorio” (García, comunicación personal, 2024). El cambio tecnológico es un habilitador para poder aprovechar de manera sostenible ese capital natural y al mismo tiempo enfrentar las macrotendencias del cambio climático y del cambio demográfico de las que se habla a lo largo del INC 2024-2025 y de la separata “Un futuro para todos”.

En la encuesta de CPC (2024), las tecnologías verdes fueron la tercera tendencia más relevante para afrontar los cambios y las tendencias futuras en relación con el crecimiento verde. En esa categoría se incluyeron la energía renovable y la eficiencia energética (relacionadas con la cuarta sección de este capítulo), la movilidad sostenible y la gestión de residuos (conectado con la sexta sección⁵¹), y la agricultura y la agroindustria sostenibles (abordadas en el capítulo de *Productividad rural*). En efecto, para convertir la riqueza natural en una fuente sostenible de desarrollo económico, la tecnología y la innovación ejercen un papel fundamental en la transformación de los recursos biológicos en productos y servicios de alto valor añadido (Minciencias, comunicación personal, 2024).

Uno de los proyectos que están funcionando en Colombia y que utilizan tecnologías de la cuarta revolución industrial (4IR) más conocidos es “Guacamaya, IA por la Amazonía”. Este proyecto, que lleva más de un año en marcha, “busca crear una plataforma alimentada por inteligencia artificial que permita monitorear la Amazonía casi en tiempo real” (Uniandes IBII, 2024). Para este fin, se utilizan imágenes satelitales, grabaciones bioacústicas y cámaras trampa. Los algoritmos, que han sido desarrollados por el Centro de Investigación y Formación en Inteligencia Artificial (CinfonIA) y Microsoft, se están alimentando con los mapas de deforestación que se han generado para toda Colombia, más de 100.000 audios

y capturas, identificación de especies y la clasificación de sonidos ambientales IA para el monitoreo de la biodiversidad.

Guacamaya, IA por la Amazonía es un ejemplo de resaltar porque evoca la necesidad de trabajar de manera colaborativa a manera de ecosistema, como se menciona en el capítulo de *Ciencia, tecnología e innovación*. En el proyecto participan la academia, el sector privado y las instituciones gubernamentales (institutos SINCHI y Humboldt), y ha dado como resultado una herramienta poderosa para monitorear y proteger este invaluable ecosistema.

Por otra parte, el Foro Económico Mundial (WEF, 2024) menciona entre las tecnologías emergentes los microbios captadores de carbono que se utilizan para capturar GEI del aire o de los gases de escape, convirtiéndolos en productos de alto valor. Asimismo, la captura de carbono con microalgas o bacterias puede producir combustibles, fertilizantes o alimento para animales transformando la luz del sol, energía química sostenible como el hidrógeno o CO₂, contribuyendo a la reducción del calentamiento global (los países donde se está llevando a cabo este tipo de investigación son Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Islandia y Australia). Sin embargo, esta tecnología enfrenta retos aún por su alto costo, por la necesidad de facilidades de enfriamiento y por la abundancia de la luz del sol y energía limpia requerida que no se presentan en todas las regiones a nivel mundial (Colombia, en contraste, no tiene estos inconvenientes).

La tecnología como aliada de la sostenibilidad ambiental en particular se viene utilizando para muchos propósitos en diferentes áreas del sector productivo, incluso para el aprovechamiento y transformación de materiales a nivel industrial. Parte del futuro a nivel empresarial radica, por ejemplo, en mirar al mar y aprovecharlo como fuente de energía, así como considerar que a nivel industrial se necesitan otras fuentes que produzcan calor, como la energía termosolar para calderas. En este contexto, utilizar la biomasa de los residuos para generar biogás, hidrógeno y otros apoyando la circularidad hace parte de que la transición energética vaya en línea con la transición de materiales⁵².

51. Por ejemplo, la empresa [Sistema Bio](#) fabrica y distribuye biodigestores de alta calidad que permiten a los productores convertir sus desechos en energía renovable y fertilizante orgánico. Trabajan con más de 50.000 granjas a nivel mundial a través de esta fuente de energía renovable (SistemaB, 2024).

52. En este sentido vale la pena revisar el panel de energías limpias y ciudades resilientes en el Foro de Innovación Sostenible organizado en julio de 2024 (El Espectador, 2024).



La tecnología y el cambio tecnológico marcan el rumbo de la transición y, a su vez, la descarbonización de operaciones y todo el panorama relacionado con las fuentes de energía renovables y limpias hacia donde Colombia quiere orientarse. Mirar hacia el desarrollo del carbono azul en el país está en línea con la tendencia más relevante de la encuesta de CPC (2024) de mayor financiación e inversiones verdes y azules. Simultáneamente, necesitamos utilizar las distintas tecnologías emergentes y no emergentes para poder aprovechar la biodiversidad que mencionábamos antes en este capítulo.

En ese sentido, la CTI es fundamental para el desarrollo de la bioeconomía (Flórez, 2022, p. 13).

Por tanto, las agendas de biodiversidad, cambio climático y riesgo de desastres con compromisos a niveles mundial y local necesitan estar sincronizadas y no tratarse individualmente porque entre ellas se refuerzan y apoyan, y es un objetivo hacia el que se están orientando los esfuerzos en distintas esferas. El sector productivo debe ser uno de los grandes protagonistas en estas agendas, de manera tal que el uso intensivo de la tecnología, la investigación y la innovación permita mejoras en productividad y eleve la competitividad del país.



NUESTRA APUESTA: BIOENERGÍA PARA MOVILIZAR EL MUNDO

En el capítulo de *Productividad rural* de este INC 2024-2025 se elabora sobre la oportunidad de materializar el desarrollo de la zona de la altillanura en Colombia. Allí se hace una descripción sobre el área, sus características físicas y la abundancia de recursos naturales como el agua y el suelo, la favorabilidad del clima y la topografía, que son propicios para el desarrollo de un ecosistema de diferentes actividades agropecuarias industriales; específicamente, de producción de alimentos (vegetales y animales) y biocombustibles, que se pueden ejecutar de manera sostenible e incluyente, aprovechando así la capacidad productiva de Colombia de crecer en un entorno que necesita cuidar el planeta, alimentarlo

y movilizarlo, para responder al potencial de mercado local y mundial existente.

Parte de cultivar un futuro verde, sostenible y productivo para Colombia implica una propuesta de transformación productiva que alinee incentivos para realmente detener fenómenos como la deforestación, cuyas raíces continúan encontrándose, en parte, en la pobreza y la desigualdad del país. Las oportunidades que en este INC proponemos y esbozamos para el desarrollo de un ecosistema productivo en la zona de la altillanura son parte de la adaptación al cambio climático que es nuestra prioridad como país en cuanto a que hay que ajustar nuestros sistemas hoy para moderar el daño futuro.



BIOENERGÍA Y BIOCOMBUSTIBLES

La bioenergía es un elemento importante de la bioeconomía, y puede apoyar la transición justa hacia los recursos renovables y la transformación del sistema energético (IEA Bioenergy, 2023b). Esta energía se deriva de la biomasa, que es cualquier material biológico producido directa o indirectamente por fotosíntesis, lo cual incluye la madera y sus residuos, residuos de cosechas, basura orgánica o residuos de la industria, agricultura, gestión de paisajes y hogares. Dicha biomasa se convierte en combustible en forma líquida, sólida o gaseosa y puede entonces ser utilizada para generar temperatura o electricidad o como combustible de transporte (IEA Bioenergy, s. f.). La bioenergía emite menos CO₂ a la atmósfera que los combustibles fósiles como el carbón o el petróleo, y por eso su atractivo a nivel mundial⁵³.

En el [Plan Energético Nacional \(PEN\) 2022-2052](#), la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) plantea cuatro escenarios para Colombia: actualización, modernización, inflexión y disrupción, con diferentes clústeres de tecnologías que se comparan a través de su

aporte a la mitigación del cambio climático y a la incertidumbre tecnológica (UPME, 2023). El escenario más disruptivo de la UPME indica una electrificación de la flota casi total en 2052, lo cual no es realista porque un mundo descarbonizado no puede moverse exclusivamente a partir de energía eléctrica, pues tampoco es lo mejor en términos ambientales cuando se considera el ciclo completo de las emisiones producidas, incluida la producción de baterías y su recarga, la vida útil de estas, entre otros (Gauto *et al.*, 2023)⁵⁴. La movilidad sostenible no puede únicamente asociarse a un vehículo o flota eléctrica.

Dentro del [PEN 2022-2052](#) se incluyen en el mapeo tecnológico distintos productos de bioenergía: biodiésel (de segunda y tercera generación), biogás, etanol y *Sustainable Aviation Fuel* (SAF por sus siglas en inglés), pero no hay claridad desde el Gobierno nacional de cuál sería la hoja de ruta para los biocombustibles en los que se ha venido trabajando dado su potencial mucho menos contaminante para los efectos de descarbonización que tiene previstos el país⁵⁵.

53. Las más importantes tecnologías de la bioenergía incluyen: combustión, digestión anaeróbica, gasificación, pirólisis y licuefacción hidrotérmica (IEA Bioenergy, 2023a, p. 5).

54. El análisis del ciclo de vida (ACV) o el Life Cycle Assessment (LCA en inglés) fue utilizado por Gauto *et al.* (2023) para comparar entre vehículos eléctricos (puros e híbridos) y motores de combustión interna alimentados por gasolina, etanol de caña de azúcar y biometano, en Brasil (p. 2).

55. Los biocombustibles también aparecen en el escenario de modernización del cambio en la matriz energética y del cambio en la eficiencia energética del PEN 2020-2050 utilizado en la E2050, señalándose el paso de biocombustibles de primera a segunda y tercera generación como relevante en el periodo 2020-2030 (Gobierno de Colombia, 2021, p. 149). Hoy se está avanzando hacia combustibles sintéticos, a partir de moléculas de hidrógeno y de carbono.

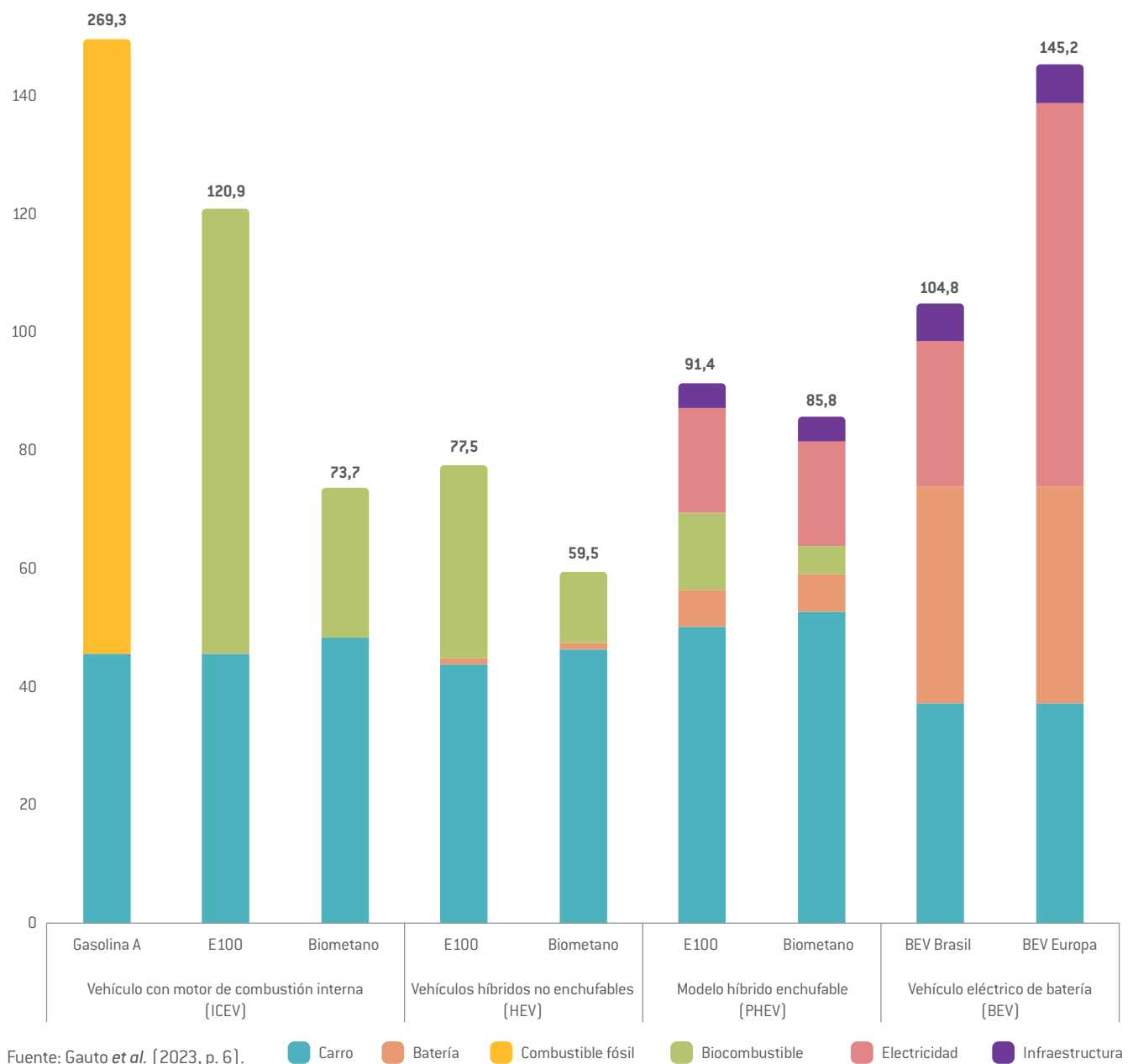


Como se observó, uno de los sectores más contaminantes al discriminar por sustancia (el dióxido de carbono) es el transporte (Gráfica 5). Por esta razón, en el país se ha propuesto la electrificación de la flota con el ánimo de responder a la necesidad y el compromiso mundial de Colombia de reducir sus emisiones. Sin embargo, aparte de los materiales críticos que se van a necesitar para su funcionamiento, deben tenerse en cuenta otras alternativas que son incluso menos contaminantes.

Específicamente, la experiencia internacional de Brasil con los biocombustibles muestra que su adopción es quizás más re-

alista y eficiente en términos de contribución al cambio climático pues han mostrado cómo se logran reducir cerca del 80 % de las emisiones de GEI con etanol de caña de azúcar en comparación con la gasolina (Gráfica 7), así como utilizando biometano (Gauto *et al.*, 2023). Estas, incluso, no son tecnologías excluyentes; en cambio, pueden complementarse. Gauto *et al.* (2023) muestran la ventaja, tanto a nivel de emisiones como en distancia recorrida, de usar biocombustibles en vehículos híbridos que no se conectan frente a los vehículos híbridos que se conectan o los vehículos de baterías eléctricas.

Gráfica 7. Comparación de las emisiones medias de GEI en el análisis de ciclo de vida de vehículos seleccionados





EY (2023), por ejemplo, plantea que “un vehículo *flex-fuel* con 100 % etanol emite 37 gramos de dióxido de carbono (CO₂) por kilómetro recorrido; mientras que el coche eléctrico —que ha sido señalado como la solución para la descarbonización— tiene una emisión de 54 gramos considerando la matriz energética europea y de 35 gramos en Brasil, esto debido a que alrededor del 85 % de la matriz eléctrica está compuesta por fuentes renovables, la mayoría de las cuales provienen de centrales hidroeléctricas, además de una parte importante y creciente de eólica y solar”⁵⁶.

En este sentido, el uso de los biocombustibles tanto de primera generación (que surgen de cultivos alimentarios), así como de segunda generación que son fabricados a partir de biomasa de materiales vegetales o grasas animales⁵⁷ y los de tercera generación aparecen como aliados en la transición energética en Colombia, donde la matriz eléctrica es bastante limpia, con cerca de 67 % de la electricidad producida con agua. Además, se trata de una solución sensata a niveles social, ambiental y económico. Debido a

esto, debemos continuar impulsando esta alternativa para forjar el desarrollo y la consolidación de un ecosistema para su producción en la zona de la altillanura, incluyendo consideraciones respecto a su posterior transporte, logística y distribución en el país.

Actualmente, en Colombia los biocombustibles —energía líquida renovable— se producen a partir de caña de azúcar y aceite de palma (Fedebiocombustibles, 2024b). Hay muchos planes a futuro relacionados con este tipo de bioenergía, y se espera tener en el país una planta que opere con combustible sostenible para aviación (SAF) con una capacidad de 50 millones de galones en 2030 (Fedebiocombustibles, 2024a). Estaremos a la espera de un lineamiento claro que permita tener una política nacional de biocombustibles en el país que sea un acompañante y potenciador para el cumplimiento de los objetivos de descarbonización nacionales, que además pueda ser incluida dentro de la NDC que se presente el próximo año a Naciones Unidas para que ojalá impulse su materialización.

56. Estas cifras comprenden el ciclo completo del etanol desde la producción hasta el consumo final.

57. Como los cultivos leñosos, residuos agrícolas o material vegetal de desecho de cultivos destinados a la alimentación que ya cumplieron su propósito alimentario (Gobierno de Colombia, 2021).



RECOMENDACIONES



Nueva recomendación



Recomendación relacionada



Recomendación priorizada



Priorizar las acciones de adaptación al cambio climático en las agendas pública y privada

La adaptación es esencial para nuestras vidas y la de las empresas para no perder competitividad y garantizar productividad futura. En este momento se está en el proceso de actualización de la NDC para presentar una versión ajustada en 2025, y se debe aprovechar esta oportunidad para aumentar la ambición en este sentido. Si bien varias de las medidas de la NDC actual (2020) aún no cuentan con un plan de implementación para la actualización, hoy se están abordando estas falencias desde antes de la formulación, incluyendo una estimación de costo de las medidas y de los requerimientos de financiamiento.

El balance del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) de 2012 no resulta tan sencillo de especificar porque el instrumento no fue formulado para hacerse seguimiento y se estaban definiendo acciones para su cumplimiento diez años después de aprobado. Sin embargo, se ha pensado en utilizar los componentes de adaptación de los planes de gestión del cambio climático territoriales para diseñar una hoja de ruta medible. En este contexto, es necesario promover el trabajo conjunto de todos los actores como factor habilitante para la construcción de redes de colaboración, considerando la adaptación como prioridad.



Impulsar la producción sostenible de bioenergía en el país, empezando por definir una ruta clara de articulación público-privada para los biocombustibles

Es necesario y útil especificar una hoja de ruta con hitos claros, así como plazos definidos para el desarrollo de los biocombustibles en el país. Se podrían establecer metas a corto, mediano y largo plazo. En el futuro más próximo, conviene incrementar el uso de biocombustibles de primera generación en sectores de transporte público; en el mediano plazo, establecer una meta para el desarrollo de biocombustibles avanzados que utilicen materias primas no alimentarias; en el más largo plazo, integrar de manera significativa el SAF en el transporte aéreo, alineado con los compromisos internacionales de reducción de emisiones.

Por otra parte, se deben fomentar alianzas entre el sector público y el privado para la inversión en tecnologías avanzadas para la producción de biocombustibles. Esto podría garantizar que Colombia no solo incremente su producción, sino que también se convierta en un líder regional en biotecnología y bioenergía. Este impulso debe ir acompañado por la creación de un marco regulatorio específico para los biocombustibles que asegure que su producción cumpla con los más altos estándares de sostenibilidad ambiental.



Promover coordinación y articulación institucional en el interior del sector ambiente y con otros sectores administrativos, tanto a nivel nacional como al regional, para lograr un efectivo desarrollo sostenible

La coordinación y la articulación entre los actores de las instancias del sector público en general, sin importar su proveniencia, es bastante baja. Sin embargo, celebramos la reactivación del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación, finalizando agosto de 2024, como instancia de articulación público-privada para poder

abordar tanto cuellos de botella como proyectos estratégicos a través de sus comités temáticos (Decreto 2213 de 2023).

Además, otra iniciativa loable de coordinación y articulación es la del DNP en asocio con el GGGI para lograr articulación institucional con otras entidades cabeza de sector y sus entidades adscritas y vincula-



das (como MinCIT, Minambiente, Minciencias y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura]), así como con el sector privado y la academia para el trabajo alrededor de bioeconomía.

Esta recomendación, de hecho, fue la que ocupó el segundo puesto respecto a la priorización de acciones que debería realizar Colombia en el corto plazo según la encuesta de prospectiva que hemos mencionado en este capítulo. En esa línea, se destaca la continuación del proceso de modernización del SINA⁵⁸, en cuyos estudios técnicos de rediseño han trabajado los equipos de las entidades del sector (Minambiente, 2024b) y para lo cual se han tenido diferentes sesiones de trabajo.

Conectado con lo anterior, aún no se tramita la modificación de la Ley 99 de 1993 que modificaría el SINA para su “democratización, modernización y armonización” (Minambiente, 2024d, p. 60), aunque existe un borrador desde 2023. De hecho, el componente de gobernanza ambiental tanto en el presente como en los

desafíos futuros que se avecinan es fundamental, de manera que se pueda asegurar que las instituciones y políticas públicas estén preparadas para implementar y supervisar adecuadamente las soluciones propuestas.

Reiteramos la importancia de “aprovechar la experiencia de la Metodología de Articulación para la Competitividad (ArCo) para racionalizar los instrumentos existentes en asuntos ambientales y hacer más efectivos los esfuerzos institucionales y del sector productivo a partir de las herramientas disponibles” (CPC, 2023). En este sentido, la posibilidad de empezar con un área no tan ambiciosa del gran mundo ambiental con una Metodología de Articulación para la Bioeconomía “ArBio” puede ser un punto de arranque (incluso siendo el campo de la bioeconomía tan amplio). Celebramos también la iniciativa de Minambiente respecto a conectar la agenda de cambio climático con la de biodiversidad a propósito de la actualización de la NDC, así como de otros instrumentos existentes.



Impulsar el desarrollo de los mercados de carbono incluyendo consideraciones sobre competitividad sectorial

Es clave tener presente para esta recomendación el informe de la CEMCO2 (2023b) publicado hace más de un año que incluye diferentes tareas respecto a “información, unificación e interoperabilidad de los sistemas para el registro, validación y verificación, institucionalidad y gobernanza, alineación con los instrumentos existentes y con los objetivos de la NDC, introducción de salvaguardas, garantías de derechos de comunidades y territorios entre otros” (CPC, 2023). La Sentencia T-248 de 2024 es una alerta sobre diversos instrumentos y medidas que el desarrollo de estos mercados, en particular el voluntario, requiere con urgencia. También es latente la necesidad de generar el marco regulatorio y deci-

siones oportunas desde Minambiente para el desarrollo y escalamiento del financiamiento climático.

Esta recomendación solo fue priorizada por 46 % de las personas que respondieron la encuesta de prospectiva del CPC, en la sección de crecimiento verde. Es posible que una forma de impulsar estos mercados sea incluyendo acciones concretas en la NDC que se actualice para presentar en 2025 frente a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Las consideraciones de competitividad sectorial para los mercados son relevantes con miras a evitar la aparición de cualquier tipo de arbitraje o sobrecarga para las empresas.



Avanzar en la implementación del CONPES 4021, “Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques”

El mayor problema de Colombia en la emisión de GEI es, sin duda, la deforestación, que lleva a la pérdida de los sumideros de carbono. En el año 2023 se registraron los niveles más bajos de esta actividad en el país de los últimos 23 años. En relación con esto, las cifras más recientes del sistema de seguimiento a documentos CONPES (SisCONPES) indican que el documento de política CONPES

4021 había avanzado con corte al año 2023 en 49 % de sus metas finales, pero se quedó corto respecto a las metas anuales de dicho año cumpliendo con solo 66,5 % de sus objetivos (su horizonte de cumplimiento es 2030)⁵⁹.

Aunque 12 de las 56 acciones del plan de acción y seguimiento (PAS) del documento CONPES 4021 deberían haber concluido,

58. De hecho, el Minambiente tiene un proyecto de inversión titulado “Modernización institucional para aumentar la eficacia de la gestión del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible nacional”.

59. Consulta hecha en SisCONPES a principios de septiembre de 2024.



6 ya se culminaron al 100 %, 4 están por encima de 90 %, 1 está en 73,7 %, y 1 no muestra avance. Infortunadamente, la estrategia de fomento y financiación que se esperaba desarrollar y empezaba en el segundo semestre de 2021 no tiene reporte alguno en SisCONPES [según consulta hecha a principios de septiem-

bre], al igual que la acción sobre el diseño e implementación de una estrategia de extensión y asistencia técnica forestal. Por su parte, la estrategia de emprendimientos verdes en zonas de alta deforestación también estaba rezagada respecto a sus metas finales en 2023.



Actualizar y armonizar la normatividad del sector forestal para facilitar un desarrollo sostenible

En la [agenda regulatoria del Minambiente](#) para el primer semestre de 2024 se esperaba reglamentar el artículo 31 de la Ley 2169 de acción climática sobre el Registro Nacional de Zonas Deforestadas, pero a la fecha de elaboración de este informe dicha tarea no se había realizado. El andamiaje legal e institucional en torno al sector forestal permitirá brindar confianza a los actores interesados y tender un piso jurídico frente al cual proceder.

En efecto, la acción sobre desarrollar el análisis técnico para los ajustes normativos de los instrumentos de administración del recurso forestal incluida en el documento CONPES 4021 había avanzado 20 % con corte a 2023, lo cual estaba por debajo del 28 % propuesto. Precisamente, el [Observatorio de Economía Forestal](#) que lanzaron Minambiente y Minagricultura con el apoyo de GGGI apunta a ser una instancia en la que se podría de manera participativa aportar a esa actualización y armonización de la normatividad del sector.



Estructurar instrumentos adecuados para la financiación de la producción y comercialización de productos forestales

Algunas de las acciones que se orientan a cumplir con esta recomendación hacen parte del PAS del documento CONPES 4021 (CPC, 2023). Se esperaría que el Observatorio de Economía Forestal sea uno de los proveedores de información que ayude a diseñar los instrumentos acertados de financiación y comercialización. En ese sentido, es relevante tener algún diagnóstico sobre la demanda de esa financiación y comercialización al estilo de lo que proponemos en el capítulo de *Financiación empresarial* de este INC 2024-2025 para hacer un calce efectivo de necesidades con instrumentos.

Aprovechar el potencial de la biodiversidad es uno de nuestros objetivos principales desde el CPC. Por eso es relevante revisar y

evaluar el avance de distintas herramientas sobre la forma de financiar y comercializar productos forestales. En este sentido, después de casi cinco años es necesario conocer el avance del plan de acción sobre las [estrategias competitivas y empresariales que diseñó el Instituto SINCHI y fue publicado en 2020](#) para la cadena productiva forestal en la Amazonía, así como identificar qué elementos pueden replicarse en otras áreas del país con vocación forestal. También se propone aplicar los resultados de los estudios de bioeconomía en la Amazonía y la generación de cadenas de valor de bosque natural, en especial de la Reserva de Ley Segunda de 1959 que fueron creadas para la promoción de la economía forestal.



Socializar el avance del Plan Nacional de Restauración (PNR) en Colombia y la nueva estrategia que se está formulando

La restauración es una herramienta que contribuye a abordar nuestro mayor problema respecto a las emisiones de GEI: la deforestación. La meta ambiciosa del PND 2022-2026 sobre 750.000 hectáreas en proceso de restauración, recuperación y rehabilitación de ecosistemas degradados, con un costo cercano a los COP 15 billones, está rezagada respecto a su meta para 2023 en alrededor de 55.000 hectáreas (Minambiente, 2024e). El Minambiente continúa la construcción de una Estrategia Nacional de Restau-

ración que debería dar cuenta del avance o retraso del PNR, que en 2025 cumpliría 10 años y del que no hay claridad acerca de su implementación o los retos que ha enfrentado (CPC, 2023).

Es necesario generar instrumentos que permitan monitorear la efectividad de las acciones de restauración. En efecto, el IDEAM, con apoyo de GGGI, desarrolló el Protocolo de Monitoreo a la Restauración Forestal basado en el uso de sensores remotos y se encuentra a la espera del primer reporte de monitoreo.



Avanzar en la implementación del CONPES 3934, “Política de Crecimiento Verde”

El documento CONPES 3934 es base de diferentes políticas, estrategias y programas relacionados con desarrollo sostenible en Colombia, y es también un importante referente conceptual. Según la información más reciente disponible en SisCONPES, el PAS de este documento CONPES había avanzado 74,5 % respecto a sus metas finales en 2023, aunque se rezagó frente a lo estipulado para ese año⁶⁰. En particular, 100 de las 155 acciones deberían ya haber concluido al 100 %, y 70 ya lo han hecho, pero al cierre de edición de este informe 30 no se habían aún finalizado y tenían diferentes niveles de retraso: 11 con avance menor al 50 %, 10 con avance entre 50 % y 89 %, y 7 superiores al 90 % (de tres acciones no había información)⁶¹. Doce acciones se concluyeron de manera anticipada en su totalidad.

Para que se concluya el resto de las acciones incluidas en el PAS, se requiere que la Política de Crecimiento Verde cuente con los recursos financieros, humanos y técnicos suficientes (CPC, 2023) y articularla con varias de las nuevas iniciativas como las incluidas en la [PIIOM de Minciencias](#). Relacionado con ello, el DNP viene trabajando en la actualización del índice territorial de crecimiento verde (ITCV), que tendrá segunda versión con los datos más recientes disponibles (2018-2022). Recordemos que este índice contribuye a la planificación y el seguimiento del desempeño en crecimiento verde de los departamentos, así como a la dinamización de la diversificación de la economía de las regiones a partir del uso del capital natural (CPC, 2022).

Avanzar en la implementación de las acciones de los niveles nacional, regional y privado para alcanzar las metas establecidas en la NDC y desarrollar un sistema de seguimiento abierto para consulta pública

La forma como fue diseñada la NDC de 2020 infortunadamente no incluyó indicadores y fórmulas de medición *ex ante*, sino que se ha venido elaborando su correspondiente plan de implementación y seguimiento después de cuatro años de presentada ante la CMNUCC, y de hecho no todas las 237 metas y medidas de órdenes nacional, territorial y privado cuentan con dicho plan. Finalizando 2023, había 21 metas con favorabilidad, 34 estaban pendientes por recibirse, 120 estaban en ajustes de las entidades, y 62, en revisión del DNP, que administrará la plataforma de seguimiento. Solo había un avance del 5 % de la NDC con la información disponible (incluyendo 5 medidas empresariales).

Recibimos desde el CPC con entusiasmo la noticia de la plataforma + Clima, que se espera lanzar finalizando 2024, pues permitirá tener mayor claridad y transparencia sobre el cumplimiento de la NDC, así como generar información confiable con la trazabilidad requerida. Esta sistematización será muy útil para el proceso de actualización de la NDC de 2025 que se entregará ante la CMNUCC y en el que se viene trabajando desde mediados del año 2024. Esta acción ocupó el cuarto puesto en relevancia entre las acciones propuestas en la encuesta del CPC (2024) para afrontar los cambios o tendencias futuras en relación con el crecimiento verde.

Fortalecer los canales de transmisión de la información ambiental y las iniciativas orientadas a desarrollar acciones de educación ambiental

Como lo señalamos en el INC 2023-2024, la información ambiental, la transparencia, así como los canales que se utilizan para divulgarla, son medios para generar confianza en el círculo de los distintos públicos interesados. En 2023 se tenían publicados apenas siete conjuntos de datos de Minambiente en la plataforma de datos abiertos del portal gov.co: [1] datos de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre, [2] activos de información, [3] estado de

los procesos de ordenación de cuencas hidrográficas a nivel nacional, [4] consolidado del acotamiento de la ronda hídrica, [5] contratos de acceso a recursos genéticos, [6] listado de negocios verdes, y [7] el consolidado de los planes de ordenamiento del recurso hídrico (Minambiente, 2024b). Estos siete conjuntos de datos son pocos respecto al acervo de información que la cabeza del sector ambiente y desarrollo sostenible produce.

60. Consulta hecha a principios de septiembre de 2024.

61. El detalle de cada uno de los avances mencionados y lo logrado a la fecha en el marco de las acciones de este PAS puede consultarse a través del aplicativo web SisCONPES.



Por otra parte, finalizando 2023 se comenzó la actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental después de 20 años a través de mesas lideradas por Minambiente y el Ministerio de Educación Nacional (Mineducación) (Minambiente, 2023). Vale la pena recordar que la formación y concientización ambiental no se queda solo en un auditorio porque muchas veces se vuelve a la cotidianidad. Infortunadamente, la [Escuela Nacional de Formación Ambiental](#)

[\[Savia\]](#) estaba generando errores al ser consultada a través del botón “Ir a la escuela” en <https://savvia.minambiente.gov.co/escuelavirtual/>, así como en algunos de los mapas dinámicos en el proceso de elaboración de este documento. No obstante, los otros contenidos del catálogo como [podcasts](#), [libros para niños](#), [audiocuentos](#), [cortos ambientales](#), [herramientas pedagógicas](#), [actividades para clase](#) y [juegos digitales y de mesa](#) sí estaban en funcionamiento.



Avanzar en la implementación de los planes integrales de gestión de cambio climático sectoriales (PIGCCS) y territoriales (PIGCCT) para cumplir con la NDC

Los PIGCC contienen metas de mitigación y adaptación al cambio climático, así como medidas de gestión del riesgo a niveles sectorial y territorial y buscan enfrentar los desafíos que traen la variabilidad y el cambio climáticos (Minambiente, 2022). Los PIGCCT formulados con corte a 2023 son 29: [Valle del Cauca ya cuenta con los dos componentes](#), y San Andrés aborda únicamente el de adaptación, aunque adelanta gestiones para su actualización y complemento (Minambiente, 2024b). El departamento de Sucre está en la fase final de la formulación, Boyacá tiene un avance medio, y Bolívar inició de manera formal el proceso (Minambiente, 2023, 2024e).

La invitación al monitoreo, el seguimiento y la evaluación descritos en la fase 5 de la [guía de los PIGCCT](#) que se publicó

hace ya dos años es fundamental para tener claridad “de qué manera están cumpliendo con las medidas propuestas a nivel subnacional, cómo se articulan con otras herramientas de desarrollo y ordenamiento territorial, así como los compromisos de la NDC” (CPC, 2023). En el primer semestre de 2024 se publicó la [guía](#) sobre consideraciones de cambio climático para el ordenamiento territorial que brinda elementos y orientaciones “para la incorporación de la gestión del cambio climático en las etapas del proceso de planificación territorial: diagnóstico, formulación, implementación y seguimiento y evaluación” (Minambiente, 2024c, p. 13), clave que se mida también la usabilidad por parte de los municipios y distritos.



Promover el uso tecnologías de la cuarta revolución industrial (4RI) para avanzar en la sostenibilidad ambiental empresarial

Hemos mencionado la importancia del cambio tecnológico para enfrentar el cambio climático, detener la pérdida de biodiversidad, y hacer un mejor aprovechamiento sostenible de nuestro capital natural. Relacionado con ello, las tecnologías verdes fueron la tendencia que ocupó el tercer puesto de relevancia para afrontar los cambios en crecimiento verde (CPC, 2024), y la biotecnología fue la segunda tendencia más relevante para afrontar cambios en CTI (ver capítulo de *Ciencia, tecnología e innovación*)⁶².

En efecto, distintas tecnologías están impulsando la sostenibilidad ambiental, permitiendo incrementos en la productividad a nivel empresarial. En el INC 2023-2024 mencionábamos que algunos de estos facilitadores eran tecnologías digitales, inteligencia artificial, analítica y automatización avanzadas, internet de las cosas y *cloud computing*. La apropiación efectiva de estas tecnologías —ojalá en todo el tejido empresarial— es, sin lugar a duda, un requisito para que haya avances efectivos que redunden en el país.

62. También otras tecnologías de la 4RI aplicadas a la sostenibilidad (aparte de la inteligencia artificial y la biotecnología) figuraron como la tendencia menos relevante entre las cinco evaluadas para el capítulo de *Ciencia, tecnología e innovación* de este INC 2024-2025.



8

SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

→ RECOMENDACIONES DEL CPC QUE YA HAN SIDO ACOGIDAS, HISTÓRICAS

Recomendación	Año en el cual fue acogida	Impacto esperado/observado	Observaciones
Generar y centralizar estadísticas continuas y actualizadas sobre el sector forestal.	2020	Hacer una planeación eficiente del sector que permita valorizar los bosques y así fomentar su conservación.	Es necesario contar con información sobre aprovechamientos en bosques naturales; no solo plantaciones. El país cuenta con el salvoconducto único nacional, que recopila información de los aprovechamientos del bosque natural y hace parte de la propuesta de trazabilidad forestal.
Poner en marcha la plataforma del Registro Nacional de Reducción de Emisiones de GEI (Renare).	2020	Llevar un registro de los proyectos de captura de carbono y su adicionalidad para hacer seguimiento a la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Colombia.	Es necesario que la plataforma entre en operación de manera formal y se generen estadísticas de manera continua. Posiblemente la resolución 418 de 2024 sea un buen paso en este objetivo.
Establecer una agenda nacional forestal que genere una visión unificada para el desarrollo económico del sector forestal.	2020	Se aprobó el CONPES 4021, que da lineamientos sobre una agenda nacional forestal y su uso sostenible. De la ejecución de sus acciones depende que la agenda se materialice. El CONPES 3934 también incluye algunas acciones relacionadas con la agenda nacional forestal.	La puesta en marcha del Servicio Forestal Nacional, así como la implementación del Inventario Forestal Nacional (IFN), están en mora y son claves para aprovechamiento del potencial forestal. No obstante, se ha avanzado con el observatorio forestal.
Reglamentar el Fondo Nacional de Extensión Agropecuaria (FNEA) para fortalecer las capacidades de producción agropecuaria sostenible.	2020	El Decreto 1319 de 2020 reglamentó el FNEA dándole el sustento legal para poder operar.	
Ajustar la Resolución 1207 de 2014 de Minambiente para fomentar el reúso de agua residual tratada.	2021	Se expidió la resolución “Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones”, que profundiza en el alcance y requisitos aplicables al concepto de “reúso” establecido anteriormente.	Es clave saber los efectos que ha tenido esta resolución en los últimos dos años para evaluar su utilidad.
Ampliar la base del impuesto al carbono.	2022	Mediante la Ley 2277 de 2022, se incluyó al carbón dentro de los combustibles objeto del impuesto. Tiene una tarifa progresiva por cinco años hasta alcanzar la tarifa plena en 2028.	Además, esta reforma tributaria estableció un límite máximo de 50 % del impuesto a cargo. Antes la no causación era permitida para la totalidad del impuesto.



➔ RECOMENDACIONES QUE AÚN NO HAN SIDO ACOGIDAS, EN LAS CUALES EL CPC INSISTE

Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Avanzar en la implementación del CONPES 4021, "Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques".	Reducir el nivel de deforestación en Colombia y hacer un uso inteligente de los bosques velando por su conservación y restauración.	Minambiente	Se deben alinear las políticas existentes con la estrategia para la contención de la deforestación en la Amazonía; en especial, la visión de los núcleos de desarrollo forestal y biodiversidad.
Actualizar y armonizar la normatividad del sector forestal para facilitar un desarrollo sostenible.	El potencial del desarrollo forestal en Colombia requiere un andamiaje institucional que dé certeza y seguridad a los actores que quieran aprovecharlo de manera sostenible.	Minambiente	Se requiere de voluntad política para que los diagnósticos sobre los ajustes requeridos se lleven a buen término.
Estructurar instrumentos adecuados para la financiación de la producción y comercialización de productos forestales.	El desarrollo forestal en Colombia necesita herramientas que les sean útiles a todos los actores de la cadena productiva forestal. Es esencial contar con financiamiento que responda a las particularidades de estos proyectos.	Minambiente, MinCIT, sector financiero y Finagro	El trabajo conjunto de las empresas interesadas y comunidades que habitan los bosques es crucial para el desarrollo forestal.
Reducir el consumo de madera ilegal en el país a través de mayores capacidades de inspección e identificación de madera legal.	Reducir la deforestación causada por tala ilegal selectiva de especies de alto valor.	Gobierno nacional	Se requiere difusión masiva del Pacto por la Madera Legal, y mejorar las capacidades de inspección y seguimiento de la cadena de producción.
Socializar el avance del Plan Nacional de Restauración (PNR) en Colombia y la nueva estrategia que se está formulando.	El rol de la restauración es clave en la mitigación y adaptación al cambio climático. Desde el año 2015 existe un PNR, cuyos avances y retos de implementación no se conocen.	Minambiente, Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) e Instituto Humboldt	Se requieren instrumentos normativos que permitan el registro y monitoreo de las áreas de restauración. También, las aplicaciones y las plataformas de Minambiente para temas de restauración son un insumo relevante para monitorear los avances.



Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
<p>Vincular a la pequeña y mediana empresa a las diversas iniciativas que apuntan a la carbono-neutralidad.</p>	<p>Lograr coordinación de todo el tejido empresarial para avanzar hacia el cumplimiento de ser carbono-neutrales en 2050.</p>	<p>Minambiente</p>	<p>Se requiere mayor claridad sobre cómo el sector empresarial puede vincularse a las iniciativas que giren en torno a sostenibilidad ambiental, así como aquellas de adaptación en las cadenas de valor empresarial.</p>
<p>Acelerar la expansión del programa de pago por servicios ambientales (PSA).</p>	<p>Reducir los incentivos a la deforestación, impulsar la conservación de la biodiversidad y contribuir a la mitigación del cambio climático a través del reconocimiento del costo de oportunidad de los propietarios.</p>	<p>Minambiente y corporaciones autónomas regionales (CAR)</p>	<p>Se está a la espera de la reglamentación para el establecimiento del valor y el otorgamiento de este incentivo económico y, en particular, de la sostenibilidad de tales incentivos.</p>
<p>Avanzar en la implementación del CONPES 3934, "Política de Crecimiento Verde".</p>	<p>Cumplir las metas establecidas en la Política de Crecimiento Verde.</p>	<p>DNP y ministerios involucrados</p>	<p>Los avances de los documentos de política deben permitir visibilizar los retos de política para los próximos cuatro años, que permitan cumplir metas ambiciosas a 2030 en carbono neutralidad, negocios y empleos verdes, entre otros.</p>
<p>Avanzar en la implementación de las acciones del nivel nacional, regional y privado para alcanzar las metas establecidas en la NDC y desarrollar un sistema de seguimiento abierto para consulta pública.</p>	<p>Conocer la forma en que se están desarrollando acciones para cumplir las metas de mitigación, adaptación y de ajuste institucional que se incluyeron en la NDC actualizada, para crear conciencia en todos los estamentos de la sociedad.</p>	<p>Minambiente, DNP, sectores productivos, Gobierno nacional y entidades territoriales</p>	<p>Se requiere claridad sobre el plan de implementación de la NDC y se está a la espera de la herramienta de información para su seguimiento que se conocerá como +Clima.</p>
<p>Avanzar en la implementación y actualización de los planes integrales de gestión de cambio climático sectoriales (PIGCCS) y territoriales (PIGCCT) para cumplir con la NDC de Colombia.</p>	<p>Reducir las emisiones de GEI e implementar medidas de adaptación y gestión de riesgo de desastre tanto en sectores como en territorios.</p>	<p>Sectores productivos, Minambiente, Gobierno nacional y entidades territoriales</p>	<p>Es necesario que los planes implementados tengan su fase de monitoreo, seguimiento y evaluación. Además, es preciso que estos no solo contemplen el cumplimiento de la NDC, sino, en términos más generales, de la normatividad de la Ley de Cambio Climático 1931 de 2018.</p>



Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Fortalecer los canales de transmisión de la información ambiental y las iniciativas orientadas a desarrollar acciones de educación ambiental.	Mejorar el flujo de información con la ciudadanía para una comunicación efectiva de los temas ambientales y fortalecer los conocimientos sobre las responsabilidades de cada uno de los colombianos.	Minambiente y entidades del sector ambiente	La gestión del conocimiento ambiental en su conjunto, incluida su divulgación, debe ser prioridad de las agendas pública y privada.
Implementar la estrategia para la gestión de riesgos climáticos en el sector empresarial desarrollada por DNP.	Mejorar la preparación de empresas ante el cambio climático a través de la adopción de criterios ambientales, sociales y de gobernanza en sus metas y funcionamiento para ciertos sectores.	DNP y sector privado	De una manera clara, práctica y oportuna se contribuye al entendimiento, gestión y reducción de estos riesgos en las acciones del sector empresarial en el país.
Fortalecer la gestión del riesgo de desastres de los municipios del país.	Reducir el riesgo de las poblaciones ante amenazas y riesgos de desastres, sobre todo frente a los efectos esperados del cambio climático.	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), alcaldías, gobernaciones, corporaciones autónomas regionales y autoridades ambientales urbanas	Los municipios pueden hacer uso y apropiar herramientas previamente desarrolladas y enfocadas en las entidades territoriales.
Promover coordinación y articulación institucional en el interior del sector ambiente y con otros sectores administrativos para lograr un efectivo desarrollo sostenible.	Con frecuencia los esfuerzos institucionales son aislados, se duplican esfuerzos y no se logra llegar al objetivo propuesto de manera articulada y coordinada.	Minambiente, entidades del sector ambiente y de otros sectores administrativos y DNP	Implementar la metodología de ArCo podría contribuir a la coordinación y articulación institucional.
Promover el uso de tecnologías de la cuarta revolución industrial (4RI) para avanzar en la sostenibilidad ambiental empresarial.	A través de las tecnologías de la 4RI se puede acelerar la sostenibilidad ambiental en Colombia. Se requiere mayor ambición desde el sector ambiente para el uso de tales herramientas.	Minambiente, MinTIC, Minciencias y sector productivo	La implementación de estas herramientas puede contribuir a la mejora de la productividad empresarial y su capacidad de competir en el mundo.
Continuar fortaleciendo las capacidades de gestión de riesgos del sistema financiero derivados del cambio climático y de la naturaleza.	Mejorar la gestión de riesgos climáticos del sector, así como de los riesgos de la naturaleza y la pérdida de biodiversidad.	Superfinanciera, Ministerio de Hacienda y Crédito Público (Minhacienda), sector financiero, Instituto Humboldt y Minambiente	Es necesario cerrar las brechas existentes de información y herramientas. Por ejemplo, apenas se están construyendo modelos probabilísticos de riesgo por inundación.



Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
<p>Revisar los instrumentos de mercado para el uso eficiente del agua.</p>	<p>Adoptar tecnologías y buenas prácticas que lleven a la disminución del consumo, mejorar el nivel de tratamiento de las aguas residuales, ilegalidad de usuarios, entre otros.</p>	<p>Minambiente e IDEAM</p>	<p>El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 plantea el ordenamiento del territorio alrededor del agua, por lo que esta debería ser una prioridad.</p>
<p>Fortalecer los sistemas de información sobre oferta, demanda y calidad hídrica en el país.</p>	<p>La falta de información a nivel sectorial (sector agrícola, minero, manufacturero, agua potable) es uno de los principales obstáculos para poder mejorar la eficiencia en el uso del agua.</p>	<p>Minambiente, CAR e IDEAM</p>	<p>Se requiere tener claridad sobre los avances y elementos pendientes de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH).</p>
<p>Asegurar recursos estables a proyectos de bioeconomía para cerrar la brecha de financiación existente y evaluar los resultados que de ellos se deriven.</p>	<p>Cerrar la brecha de financiación existente para el desarrollo de proyectos de bioeconomía.</p>	<p>Minciencias, Minambiente y demás ministerios, universidades y fondos de inversión</p>	<p>Se deben evaluar mecanismos de financiación privada que complementen y también escalen la inversión pública. En el marco de la COP 16 de Biodiversidad y la actualización del Plan de Acción de Biodiversidad, se incluyó una meta relacionada con modelos de financiamiento sostenibles que movilicen recursos de todas las fuentes y a largo plazo (Minambiente, 2024g).</p>
<p>Revisar y fortalecer las fuentes de financiación del SPNN.</p>	<p>Fortalecer la gestión de los PNN de modo que se conserve el capital natural del país, así como revisar los criterios de asignación y distribución de recursos en el interior del sistema.</p>	<p>Minambiente y Minhacienda</p>	<p>SPNN debe asignar recursos con base en las diferentes presiones y conflictos sobre los ecosistemas que cada parque presenta.</p>
<p>Fortalecer las capacidades técnicas de las empresas y los consumidores para la implementación de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC).</p>	<p>Transitar hacia un modelo de economía circular para mayor productividad y menor impacto ambiental.</p>	<p>Gobierno nacional y sector productivo</p>	<p>Entre los retos de implementación de la ENEC figuran la articulación e inclusión de los actores, y la educación sobre economía circular.</p>



Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Fortalecer las capacidades de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para identificar y sancionar a evasores de normas de responsabilidad extendida del productor (REP).	Facilitar la estructuración y el funcionamiento de esquemas REP que reduzcan los residuos desechados en el país.	Minambiente y ANLA	El seguimiento y el control deben ser ejemplarizantes para evitar esas flexibilidades aparentes en la norma por falta de la capacidad para controlar.
Priorizar las acciones de adaptación al cambio climático en la agenda pública y privada.	La adaptación debe ser nuestro mayor esfuerzo, es una vía para reducir la vulnerabilidad del país y garantizar la productividad a futuro.	Sectores productivos, Minambiente, Gobierno nacional y entidades territoriales	Si bien hay acciones que se han adelantado, es necesario tener claridad sobre los desafíos asociados. También debe tenerse presente la relación de esta agenda con la biodiversidad para lograr mejorar la competitividad y el crecimiento sostenible.
Impulsar el desarrollo de los mercados de carbono incluyendo consideraciones sobre competitividad sectorial.	Los mercados de carbono son una herramienta que puede contribuir al objetivo de mitigación y descarbonización para cumplir los compromisos de la NDC.	Minambiente, Minhacienda, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) e IDEAM	Estos mercados buscan, además de rentabilidad, cumplir con objetivos económicos, sociales y ambientales. Se necesita poner en "orden la casa" para materializar la existencia de los mercados de carbono.
Impulsar la implementación de las acciones documento CONPES 4058 sobre variabilidad climática.	Generar capacidades y conocer y reducir condiciones de riesgo de desastre para simultáneamente impulsar la adaptación y lograr reducir las afectaciones y el daño del cambio climático.	Minambiente, UNGRD, IDEAM, Ministerio de Minas y Energía (Minenergía), Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), DNP y Gobierno nacional	Este documento de política está alineado con los objetivos del PND 2022-2026.



NUEVAS RECOMENDACIONES

Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Impulsar la producción sostenible de bioenergía en el país, empezando por definir una ruta clara de articulación público-privada para los biocombustibles.	Aprovechar la biomasa para producir energía de manera sostenible es parte del futuro de Colombia. Se necesita una hoja de ruta con hitos y plazos definidos para los biocombustibles con metas a corto, mediano y largo plazo.	Minenergía, Minambiente, agremiaciones y sector productivo	Fomentar alianzas público-privadas e invertir en tecnologías avanzadas es crucial para que Colombia incremente su producción y se convierta en líder regional en bioenergía.



REFERENCIAS

- 1 Álvarez, C. F., Berrouet, L. M., Chaves, M. E., Corzo, G., Gil, I., Gómez, R., González, A., González, V., Peñuela, R., Ramírez, W., Solano, C., Ungar, P. y Vargas, A. (2021). *Evaluación nacional de biodiversidad y servicios ecosistémicos de Colombia. Resumen para tomadores de decisión*. <https://repository.humboldt.org.co/entities/publication/dc20d0bb-c89b-443c-9d55-10f89e2a7c98>
- 2 ANDI Colombia. (2024). *#ForoSostenibilidadANDI 2024 – Hoja de Ruta Biodiversidad y Empresa para contribuir al Marco Global* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=tqYfAwbgqY&t=12s>
- 3 Banco Mundial. (2024). World Development Indicators. <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>
- 4 Biontropic. (s. f.). *Somos Biontropic-una entidad especializada en proyectos y negocios bio*. <https://biontropic.com/acercadebiontropic/>
- 5 Biontropic. (2018). *Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II*. <https://www.dnp.gov.co/LaEntidad/misiones/mision-crecimiento-verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%2021%20Documento%20Principal%20Bioeconomia%20fase%20II.pdf>
- 6 Block, S., Emerson, W., J., Esty, D. C., De Sherbinin, A. y Wendling, Z. A. (2024). *2024 Environmental Performance Index*. Yale Center for Environmental Law & Policy. <https://epi.yale.edu/measure/2024/BDH>
- 7 Brassiolo, P., Estrada, R., Vicuña, S., Odriozola, J., Toledo, M., Juncosa, F., Fajardo, G. y Schargrodsy, E. (2023). *Desafíos globales, soluciones regionales: América Latina y el Caribe frente a la crisis climática y de biodiversidad*. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF). <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2089>
- 8 CBD. (2005). *A Review of Biodiversity Conservation Performance Measures*. <https://www.cbd.int/doc/case-studies/suse/cs-suse-024-earthwatch-en.pdf>
- 9 CEMC02. (2023a). *Comisión de estudio para la promoción y desarrollo de los Mercados de Carbono en Colombia (presentación resultados)*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/09/20230718-Presentacion-CEMC02-FINAL.pdf>
- 10 CEMC02. (2023b). *Comisión de estudio para la promoción y desarrollo de los mercados de carbono en Colombia. Reporte final*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/09/20230225-Informe-Final-CEMC02-VF.pdf>
- 11 CCAC y UNEP. (2021). *Global Methane Assessment (full report)*. https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources//2021_Global-Methane_Assessment_full_0.pdf
- 12 Cerra, V., Lama, R. y Loayza, N. (2021, 12 de marzo). *Links Between Growth, Inequality, and Poverty: A Survey* (IMF Working Papers WP/21/68). <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2021/03/12/Links-Between-Growth-Inequality-and-Poverty-A-Survey-50161>
- 13 Climate Watch. (2024). *Historical GHG Emissions*. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2021&start_year=1990
- 14 Comisión Europea. (2024). *EDGAR – Emissions Database for Global Atmospheric Research*. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024#intro
- 15 Corte Constitucional. (2024, 25 de junio). *Sentencia T-248/24*. <https://www.corteconstitucional.gov.co/Relatoria/2024/T-248-24.htm>
- 16 CPC. (2021). *Informe Nacional de Competitividad 2021-2022*.
- 17 CPC. (2022, 17 de noviembre). *Informe Nacional de Competitividad 2022-2023*. <https://compite.com.co/informe/informe-nacional-de-competitividad-2022-2023/>
- 18 CPC. (2023). *Informe Nacional de Competitividad 2023-2024*. <https://compite.com.co/informe/informe-nacional-de-competitividad-2023-2024/>
- 19 CPC. (2024). *Resultados encuesta de prospectiva INC 2024-2025*.
- 20 DANE. (2024a). *Comunicado de prensa*. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PM/cp-PM-2023.pdf>
- 21 DANE. (2024b). *Pobreza multidimensional en Colombia*. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PM/bol-PMmultidimensional-2023.pdf>
- 22 Deuster, C. K. (2023, 4 de junio). *Demography and climate change*. doi:<https://dx.doi.org/10.2760/26411>
- 23 DNP. (s. f.). *Ordenamiento alrededor del agua y justicia ambiental*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/cartillas/ordenamiento-del-territorio-alrededor-del-agua.pdf>
- 24 DNP. (2019). *Documento CONPES 3834 Política de Crecimiento Verde. Resumen ejecutivo*. <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%C3%ADtica%20CONPES%203934/Resumen%20Pol%C3%ADtica%20de%20Crecimiento%20Verde%20-%20diagrama%20C3%B3n%20FINAL.pdf>
- 25 DNP. (2021, 27 de septiembre). *Política para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/4050.pdf>
- 26 DNP. (2023). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026*. <https://www.dnp.gov.co/Prensa/Noticias/Paginas/congreso-aprueba-el-plan-nacional-de-desarrollo-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.aspx>
- 27 DNP, Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFA), DANE, Minsalud y Cancillería. (2023). *ASP Colombia 2023. Análisis de Situación de*



- Población*. https://colombia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/asp_completo_baja_compressed.pdf
- 28 El Colombiano. (2024, 29 de agosto). *Gran Foro Hidroituango: Construyendo el futuro energético del país* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8Wsv4KDToms>
- 29 El Espectador. (2024). *Innovación sostenible, camino hacia un desarrollo verde* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=gA-fe-RKsXY&ab_channel=EIespectador
- 30 EY. (2023, 6 de diciembre). *Agenda de los biocombustibles en la transición energética global*. https://www.ey.com/es_co/cop/cop28-agenda-biocombustibles-transicion-energetica
- 31 Fedebiocombustibles. (2024a). *Colombia tendrá planta de SAF con capacidad de 50 millones de galones para 2030*. <https://fedebiocombustibles.com/2024/07/23/colombia-tendra-planta-de-saf-con-capacidad-de-50-millones-de-galones-para-2028/>
- 32 Fedebiocombustibles. (2024b). *Presentación Biocombustibles*.
- 33 Flórez, N. M., Murcia, M. A., Arce, L. P., Montoya, M., Cordero, J. J., Santamaría, A. R., Amaya, B., Cortés, C. A., Rojas, M. T. y Acuña, R. J. (2022). *El guáimaro. Una oportunidad bioeconómica y regenerativa para el bosque seco tropical y sus comunidades*. <https://repository.humboldt.org.co/entities/publication/f163b1f0-97b3-4d4e-9166-147d06cbd6e2>
- 34 Foro Nacional Ambiental. (2024). *Biodiversidad y la COP 16: origen, evolución del concepto ¿Qué se espera de la COP 16?* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9iLS78WX36A&t=5329s>
- 35 Fundación Promigas e Inclusión SAS. (2023, 14 de septiembre). *Primer informe del índice multidimensional de pobreza energética*. https://www.promigas.com/Documents/IMPE-2023-Promigas_.pdf?csf=1&e=3f179i
- 36 Gauto, M. A., Falsarella, M., Pavan, M. E., Simoes, R. C. y Guimaraes, G. A. (2023). Hybrid vigor: Why hybrids with sustainable biofuels are better than pure electric vehicles. *Energy for Sustainable Development*, 76, 101261. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2023.101261>
- 37 Global Bioeconomy Summit. (2018). *Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing Global Bioeconomy Summit Communiqué*. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/10/GBS_2018_Communique.pdf
- 38 Global Bioeconomy Summit. (2020). *Expanding the Sustainable Bioeconomy. Vision and Way Forward*. https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020_IACGB-Communique.pdf
- 39 Gobierno de Colombia. (2021, 12 de noviembre). *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. Minambiente, DNP, Cancillería, AFD, Expertise France, WRI. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/COL_LTS_Nov2021.pdf
- 40 Gómez, R., Chaves, M. E., Ramírez, W., Santamaría, M., Andrade, G. y Solano, C. (2021). *Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos*. <https://proyectos.humboldt.org.co/evaluacion-nacional/docs/Documento%20tecnico%20-%20Evaluacion%20Nacional.pdf>
- 41 IDEAM. (2022, marzo). *Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>
- 42 IDEAM. (2023, 28 de marzo). *Estudio Nacional de Agua 2022*. <http://www.IDEAM.gov.co/documents/14691/125666586/Estudio+Nacional+del+Agua+2022.pdf/53245d68-d879-477e-8dbe-f343e4fe0b-9f?version=1.0>
- 43 IDEAM. (2024, 25 de septiembre). *Bosque y Deforestación en Cifras-Mapa superficie*. <https://www.IDEAM.gov.co/temas/monitoreo-de-bosques/geovisor>
- 44 IDEAM, PNUD, Minambiente, DNP y Cancillería. (2015). *Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional - Regional: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/co/undp-co-escenarioscc_regional-2015.pdf
- 45 IDEAM, PNUD, Minambiente, DNP y Cancillería. (2017). *Tercera Comunicación Nacional de Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC)*. <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>
- 46 IDEAM, Fundación Natura, PNUD, Minambiente, DNP y Cancillería (2021). *Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>
- 47 IEA Bioenergy. (s. f.). *Bioenergy, a sustainable solution*. <https://www.ieabioenergy.com/bioenergy-a-sustainable-solution/>
- 48 IEA Bioenergy. (2023a). *Colombia 2023*. <https://www.iea.org/reports/colombia-2023>
- 49 IEA Bioenergy. (2023b). *IEA Bioenergy Review 2023*. <https://www.iea-bioenergyreview.org/>
- 50 IIAF. (s. f.). *¿Quiénes somos?* <https://iaf.org.co/nosotros>
- 51 Instituto Humboldt. (s. f.-a). *¿Qué es bioeconomía?* <https://proyectos.humboldt.org.co/hub/>
- 52 Instituto Humboldt. (s. f.-b). *¿Qué hace el Instituto Humboldt?* <https://www.humboldt.org.co/sobre-el-instituto>
- 53 Instituto Humboldt. (2018). *Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia. Ficha 206*. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2018/>
- 54 Instituto Humboldt. (2024, 26 de junio). *Bogotá-Región, da un paso hacia la economía del futuro con el Hub de Innovación en Bioeconomía*. <https://www.humboldt.org.co/noticias/bogota-region-da-un-paso-hacia-la-economia-del-futuro-con-el-hub-de-innovacion-en-bioeconomia>



- 55 INVEMAR. (2022, 26 de octubre). *Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos – BEM*. <https://www.invemar.org.co/biodiversidad-y-ecosistemas-marinos>
- 56 IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report (SYR). Longer Report*. https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf
- 57 Irena. (2024). *Geopolitics of Energy Transition*. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jul/IRENA_Geopolitics_energy_transition_critical_materials_2023.pdf
- 58 MEA. (2003). *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment, capítulo 2*. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>
- 59 Minambiente. (s. f.). *Política Nacional para la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/politica-nacional-para-la-gestion-integral-de-la-biodiversidad-y-sus-servicios-ecosistemicos/>
- 60 Minambiente. (2018, 3 de agosto). *Colombia cambió su historia ambiental*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4076-colombia-cambio-su-historia-ambiental>
- 61 Minambiente. (2022). *Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/10/GUIA-PARA-LA-FORMULACION-PIGCCT-web-ISBN_VF.pdf
- 62 Minambiente. (2023a). *Después de 20 años, inicia actualización de Política Nacional de Educación Ambiental*. <https://www.minambiente.gov.co/despues-de-20-anos-inicia-actualizacion-de-politica-nacional-de-educacion-ambiental/>
- 63 Minambiente. (2023b). *Informe de Gestión Minambiente ante el Congreso de la República 2022-2023*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/07/Informe-al-Congreso-Sector-Ambiente-2022-2023.pdf>
- 64 Minambiente. (2024a). *Colombia revela tres metas del plan para proteger la biodiversidad que presentará en la COP16*. <https://www.minambiente.gov.co/colombia-revela-tres-metas-del-plan-para-proteger-la-biodiversidad-que-presentara-en-la-cop16/>
- 65 Minambiente. (2024b). *Componentes, principios rectores, pilares y criterios*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/08/Anexo-1-Componentes-principios-rectores-pilares-criterios-Rev_Eli-3.pdf
- 66 Minambiente. (2024c). *Consideraciones de Cambio Climático para el Ordenamiento Territorial*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/05/Consideraciones-Cambio-Climatico-para-el-Ordenamiento-Territorial-ISBN.pdf>
- 67 Minambiente. (2024d). *Informe al Congreso Sector Ambiente 2023-2024*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/08/Informe-al-Congreso-Sector-Ambiente-2023-2024..pdf>
- 68 Minambiente. (2024e). *Informe de Gestión Institucional 2023*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/01/Informe-de-Gestion-Sector-Ambiente_2023_VF.pdf
- 69 Minambiente. (2024f). *Más de 26 países de América Latina y el Caribe fortalecieron su ambición climática al 2030*. <https://www.minambiente.gov.co/mas-de-26-paises-de-america-latina-y-el-caribe-fortalecieron-su-ambicion-climatica-al-2030/>
- 70 Minambiente. (2024g). *Minambiente abre consulta ciudadana sobre plan para proteger la biodiversidad del país al 2030*. <https://www.minambiente.gov.co/minambiente-abre-consulta-ciudadana-sobre-plan-para-proteger-la-biodiversidad-del-pais-al-2030/>
- 71 Minambiente. (2024h). *Plan de Acción de Biodiversidad de Colombia al 2030*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/10/WEB_PLAN-DE-BIODIVERSIDAD-B12_C4POR-PAGINA1.pdf
- 72 MinCIT. (2024, 12 de septiembre). *El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Programa Destino de Naturaleza de USAID lanzan la 'Caja de Herramientas para la Planificación Estratégica de Destinos Turísticos'*. <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/turismo/caja-de-herramientas-para-destinos-turisticos-2024>
- 73 Mineducación. (2023, 16 de junio). *El Programa Nacional de Educación Ambiental beneficiará a más de 5.000 instituciones educativas y 13 territorios priorizados en el país*. <https://www.mineducacion.gov.co/portalsalaprensa/Comunicados/415740:El-Programa-Nacional-de-Educacion-Ambiental-beneficiara-a-mas-de-5-000-instituciones-educativas-y-13-territorios-priorizados-en-el-pais>
- 74 Misión de Sabios. (2020, 29 de diciembre). *Volumen 3 – Ciencia y Tecnología: Fundamentos de Bioeconomía – Propuestas del Foco de Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/ciencia_y_tecnologia_sabios_vol_3.pdf
- 75 Notre Dame Global Adaptation Initiative Country Index (ND-GAIN). (2024). *Download Data*. <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/download-data/>
- 76 OCDE. (2024, 26 de agosto). *OECD Data Explorer. Productividad de materiales*. <https://www.oecd.org/en/data/indicators/material-productivity.html?oecdcontrol-9202e3bf52-var3=2022>
- 77 ONU. (2024). *World Population Prospects*. <https://population.un.org/wpp/>
- 78 Parques Cómo Vamos. (2023). *Los parques nacionales naturales colombianos: amenazas y oportunidades para su gestión*. <https://parquescomovamos.com/wp-content/uploads/2023/12/informe-2023-pncv.pdf>
- 79 PNNC. (s. f.-a). *Planes estratégicos e institucionales*. <https://www.parquesnacionales.gov.co/entidad/planeacion/planes-estrategicos-e-institucionales/>
- 80 PNNC. (s. f.-b). *Runap en cifras*. <https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras>



- 81 PNUD. (2016, 28 de marzo). *Ending Poverty by 2030*. <https://www.undp.org/publications/issue-brief-ending-poverty-2030>
- 82 PNUD. (2023, 17 de agosto). *Avances y retos de Colombia frente a los Acuerdos Ambientales Multilaterales*. <https://www.undp.org/es/colombia/publicaciones/avances-retos-colombia-acuerdos-ambientales-multilaterales>
- 83 Salazar, C. (2023, 6 de julio). *Con inteligencia artificial descubren red de deforestación que opera con 200.000 eslabones*. Infobae. <https://www.infobae.com/colombia/2023/07/06/con-inteligencia-artificial-descubren-red-de-deforestacion-que-opera-con-200000-eslabones/>
- 84 SiB Colombia. (2024, 25 de septiembre). *Explorador*. <https://cifras.biodiversidad.co/explorador?region=colombia&grupo=animales>
- 85 SINCHI. (2023, 6 de septiembre). *Proyecto Guacamaya: inteligencia artificial para preservar la Amazonía*. <https://www.sinchi.org.co/proyecto-guacamaya-inteligencia-artificial-para-preservar-la-amazonia>
- 86 SistemaB. (2024). *Directorio de Empresas B | Colombia*. <https://sistemacolombia.org/>
- 87 Solability. (2023). *The Global Sustainable Competitiveness Index 2023*. <https://solability.com/the-global-sustainable-competitiveness-index/the-index>; <https://solability.com/solability/sustainability-publications>
- 88 Swisscontact. (s. f.). *Resumen ejecutivo 2020. Construcción de un plan de acción para el cierre de brechas de competitividad de la cadena de valor de ingredientes naturales para cosméticos*. <https://www.colombiamascompetitiva.com/wp-content/uploads/2022/09/Baja-Resumen-Ejecutivo-2020.pdf>
- 89 The Swiftest. (2022, 22 de septiembre). *The 201 Most (& Least) Biodiverse Countries*. <https://theswiftest.com/biodiversity-index/>
- 90 UICN. (2023). *Soluciones basadas en la naturaleza para metas climáticas corporativas*. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2023-032-Es.pdf>
- 91 UNEP-Cliamte Action. (2021, 20 de agosto). *Las emisiones de metano están acelerando el cambio climático. ¿Cómo podemos reducirlas?* <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/las-emisiones-de-metano-estan-acelerando-el-cambio-climatico-como>
- 92 Uniandes IBII. (2024). *Guacamaya: Salvando el Pulmón del Planeta con Inteligencia Artificial*. <https://ingbiomedica.uniandes.edu.co/es/noticias/guacamaya-salvando-el-pulmon-del-planeta-con-inteligencia-artificial>
- 93 UPME. (2023, 11 de julio). *Plan Energético Nacional 2022-2052*. https://colombiainteligente.org/es_co/tendencias/plan-energetico-nacional-pen-2022-2052/
- 94 WEF. (2024, 25 de junio). *Top 10 Emerging Technologies of 2024*. <https://www.weforum.org/publications/top-10-emerging-technologies-2024/>
- 95 WWF. (s. f.). *Glosario ambiental*. https://www.wwf.org.co/de_interes/noticias/glosario_ambiental/
- 96 WWF. (2022). *Solving the great food puzzle*. https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/solving_the_great_food_puzzle_wwf_2022.pdf