



COLOMBIA HACIA UNA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Reflexiones y propuestas

Volumen 1



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



MISIÓN DE
SABIOS
COLOMBIA - 2019

Financiación

Como se mencionó desde la misión, esta supone tener una fuerte asociación público-privada. Las convocatorias de innovación abierta suponen la suma de recursos públicos y privados.

- a) Para las convocatorias de Colombia Bio 2.0. Hoy en día la convocatoria tiene un presupuesto de 2000 millones. Para ser ambiciosos y cumplir con las metas de esta misión, las convocatorias de innovación abierta por región deben contar por lo menos con 10000 millones sumando recursos públicos y privados.
- b) El Museo Nacional de Historia Natural y Cultural debe contar con decidida inversión inicial del Estado, pero también con una agresiva campaña de consecución de fondos por donaciones y aportes de privados.
- c) En general, para las convocatorias de innovación abierta en sectores específicos: acuicultura y pesca, sistemas agroalimentarios, industria y manufactura, se deben disponer por lo menos 10000 millones por sector.
- d) Para la formación y retención del talento humano, debe ser un compromiso público-privado en donde no solo se tengan recursos frescos suficientes para la formación y la contratación del personal mencionado, sino que el Gobierno debe comprometerse con una reforma tributaria para favorecer a los sectores que apoyen el desarrollo de la bioeconomía y la economía creativa.

Misión emblemática Agua y cambio climático: conservación y uso sostenible del agua, minimización de los riesgos y maximización de la resiliencia de la biodiversidad, los ecosistemas y la sociedad frente al cambio climático

Misión

En 2030, Colombia garantizará a sus habitantes el acceso al agua potable, la calidad de sus cuerpos de agua, la gestión óptima del recurso y la protección de la sociedad ante eventos extremos, apropiándose del concepto del valor del agua. Esto demandará el conocimiento de la variabilidad espacial y temporal

de la cantidad y la calidad del agua como recurso, en condiciones medias, y como amenaza, en condiciones extremas. Así mismo, el país reducirá los riesgos socio-ambientales del cambio climático en el periodo 2030-2050 al 50 % del valor actual, mediante la actualización de los planes de adaptación y mitigación, para maximizar la resiliencia socio-ambiental del país, a partir del conocimiento científico de los riesgos actuales y futuros del cambio climático sobre sus ecosistemas, la sociedad y los distintos sistemas y sectores.

Objetivos generales

- a) Garantizar a corto, mediano y largo plazo, el conocimiento, la conservación, el uso sostenible y la gestión óptima del agua como recurso tanto en condiciones medias, como de amenaza en condiciones extremas, para el bienestar de la sociedad, la biodiversidad y los ecosistemas, con la participación de los diferentes actores sociales y considerando las dimensiones culturales, ecológicas, ambientales, económicas y las políticas sectoriales.
- b) Cuantificar el riesgo, la vulnerabilidad y la exposición de la biodiversidad, los ecosistemas, la sociedad y los distintos sectores ante las amenazas del clima actual y futuro, proyectando los impactos futuros ante el cambio climático en Colombia, y reducir los riesgos a la mitad del valor actual a partir de la formulación y actualización de los planes de adaptación y mitigación.

Objetivos específicos

- Cuantificar la oferta natural del agua, considerando la conectividad entre ecosistemas en condiciones promedias de largo plazo y en condiciones extremas y la variabilidad espacial y temporal de todas las variables que hacen parte del ciclo hidrológico en Colombia.
- Garantizar la disponibilidad de agua de calidad a la sociedad, a la biodiversidad y a los ecosistemas, teniendo en cuenta la variabilidad espacial y temporal de los cuerpos de agua en Colombia (ríos, lagos, lagunas, humedales, embalses, aguas subterráneas, acuíferos, rondas hídricas, zonas costeras y atmósfera), para permitir su uso de manera eficiente y sostenible.

- Asegurar el acceso al agua limpia para el consumo humano y otros usos, garantizar vertimientos sanos y desarrollar tecnologías apropiadas y herramientas para la gestión sostenible del abastecimiento de agua y el saneamiento básico urbano y rural, y para responder a los retos impuestos por el cambio climático, el crecimiento de la población y la deforestación.
- Desarrollar ejercicios prospectivos para el resto del siglo XXI sobre la oferta natural y la demanda de agua para distintos usos, que incluyan reconstrucciones paleoambientales de condiciones preantropoceno, que sirvan de insumos para el Programa de Gestión Integral del Agua en Colombia.
- Elaborar el Programa Nacional de Gestión Integral del Agua considerando la oferta y las demandas de agua para distintos usos, enfocado en el desarrollo económico sostenible, la reducción de los riesgos ante eventos extremos y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades involucrando saberes ancestrales y formas y hábitos de transformación cultural.
- Proveer la información necesaria a los Planes de Ordenamiento Territorial, que involucren las interacciones entre la oferta natural y las demandas por agua, la ocupación del territorio y los distintos usos de los suelos.
- Involucrar el concepto de Cambio Ambiental Global (agotamiento y contaminación de los sistemas de soporte a la vida) en la evaluación y proyecciones de los impactos del Cambio Climático (CC) en Colombia (CC+CAG).
- Cuantificar los riesgos de la sociedad, los ecosistemas y los distintos sectores ante los climas presente y futuro (2020-2050) en Colombia, considerando las amenazas climáticas y los factores de exposición y vulnerabilidad y el CC+CAG.
- Construir diversos escenarios prospectivos de desarrollo socio-económico para Colombia para el periodo 2020-2050, que incluyan variables como el crecimiento poblacional, los cambios en los usos del suelo, los planes de ocupación territorial, las políticas de

adaptación y mitigación, con el propósito de evaluar los impactos hidrológicos futuros del CC+CAG.

- Definir o actualizar los planes, estrategias y medidas de adaptación y mitigación al CC+CAG para reducir a la mitad los riesgos y la vulnerabilidad actual de los ecosistemas, los sistemas sociales y diversos sectores prioritarios ante el clima futuro (2030-2050).

En relación con los impactos del cambio climático y el cambio ambiental global (CC+CAG), proponemos los siguientes sectores prioritarios: (1) agua (como recurso y amenaza), (2) biodiversidad y servicios ambientales, (3) salud humana, (4) agricultura y seguridad alimentaria, (5) ecosistemas terrestres y cuerpos de agua dulce, (6) zonas inundables y de transición entre cuenca y zona costera, (7) océanos y zonas costeras, (8) energías limpias y renovables, (9) gestión de riesgo de desastres, (10) asentamientos humanos e infraestructura y (11) industrias. La presente Misión tiene como objetivo principal reducir a la mitad los riesgos asociados al CC+CAG con respecto a los riesgos del clima actual, mediante tres estrategias: (1) estudio del clima y la hidrología pasada, presente y futura, (2) construcción de escenarios de desarrollo socio-económico, crecimiento poblacional y de uso y ocupación del territorio y (3) construcción de los planes de adaptación y mitigación, que lleven a que Colombia en la ventana 2030-2050 haya reducido sus riesgos por cambio climático a al menos un 50 % del valor actual (Figura 24).

Figura 24. Meta integral que se busca obtener con el desarrollo de los objetivos específicos asociados al Cambio Climático y Cambio Ambiental Global.

Fuente: elaboración propia.



Programas

Programa 1. Gestión integral del agua en Colombia

En el 2030, Colombia habrá llevado a cabo procesos de planificación y gestión que conduzcan al aprovechamiento sostenible del recurso hídrico, considerando limitaciones, restricciones y problemáticas cuya solución depende de la generación de conocimiento en temas que combinen la oferta natural del agua y su variabilidad espacio-temporal con las demandas para distintos usos y su impacto en cuanto a la cantidad y la calidad, con énfasis en:

- Conocimiento del medio y línea base del recurso hídrico (en cantidad y calidad).
- Efectos de la variabilidad climática natural sobre el ciclo hidrológico en un amplio rango de escalas de tiempo (desde interdecadales hasta el ciclo diario).
- Impactos del cambio climático y la deforestación sobre la oferta y la demanda de agua.
- Abastecimiento de agua y saneamiento básico en pequeñas poblaciones y en el sector rural.
- El agua y sus relaciones con la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Aguas subterráneas y uso conjunto con aguas superficiales.
- Hidráulica, geomorfología fluvial y transporte de sedimentos.
- Estudio nacional de la calidad del agua, considerando estrategias integrales basadas en la dinámica del agua en cuencas hidrográficas.
- Uso eficiente y sostenible del agua para distintos usos (p. ej., salud humana, agricultura, acuicultura, ecosistemas y biodiversidad) y descontaminación de cuerpos de agua.
- Agua y ocupación del territorio. Aspectos institucionales y de gobernabilidad para la gestión integral óptima del agua.
- Valoración integral de los servicios ecosistémicos y ambientales del agua.

Programa 2. Garantizando el flujo hídrico de Colombia

En el 2030, Colombia deberá tener la capacidad de garantizar y recuperar el buen estado de los ecosistemas dulceacuícolas respecto a los depósitos y flujos de agua y a los servicios ecosistémicos, y asegurar los caudales ambientales de sus comunidades bióticas mediante las siguientes líneas de acción:

- Entender la dinámica espacio-temporal de las variables del ciclo hidrológico terrestre en las cinco grandes regiones de Colombia, tanto en condiciones medias como en condiciones extremas, y de cómo serán afectados por el cambio climático y por la deforestación.
- Estimar el caudal ambiental para la totalidad de las subzonas hidrográficas con índices de alta riqueza de recursos hídricos.
- Incorporar el criterio de cumplimiento del caudal ambiental al proceso de otorgamiento y seguimiento de licencias ambientales y concesiones de agua en subzonas hidrográficas con alta riqueza de recursos acuáticos.
- Incorporar el análisis de cambio en el coeficiente de regulación en el proceso de otorgamiento y seguimiento de licencias ambientales y concesiones de agua de grandes usuarios de agua en zonas hidrográficas con alta biodiversidad.
- Evaluar el estado de la conectividad hidrológica del sistema continuo de cuencas hídricas, ríos con zonas bajas inundables y zonas costeras, como sistemas terminales del transporte del agua, sedimentos y todas las sustancias asociadas.

Programa 3. Conectividad hídrica y mantenimiento y mejoramiento del sistema hidráulico

En 2030, Colombia logrará garantizar las relaciones ecológicas e hidráulicas entre los ecosistemas lóticos y lénticos y terrestres (bosques riparios, inundables, meandros y ciénagas). Las acciones estarán orientadas hacia garantizar movimientos activos, pasivos y de transferencia de energía, nutrientes y sedimentos, mediante (1) inventarios detallados de la infraestructura que afecta el recurso hídrico y la conectividad de los ecosistemas acuáticos en las subzonas hidrográficas con índice de riqueza alto, (2)

actualización de los permisos de ocupación de cauces en las subzonas hidrográficas con índice de riqueza alto y (3) la recuperación de cauces.

Programa 4. Calidad y cobertura del recurso hídrico

Las autoridades ambientales en todo el territorio nacional deberán establecer, a diciembre de 2020, el inventario de las fuentes y cantidades de vertimientos y disposición de residuos líquidos y sólidos, para definir en 2021 la reducción al 80 %, en enero de 2022, de las fuentes contaminantes. En 2030, el país deberá mejorar/restablecer y mantener las condiciones de calidad del agua buscando la eliminación, el tratamiento y la disposición final adecuada de residuos líquidos y sólidos a los ecosistemas acuáticos y marino-costeros de fuentes puntuales o distribuidas que puedan poner en riesgo la subsistencia de especies acuáticas. Para ello se requiere:

- Elaborar el Estudio nacional de calidad de aguas, que considere estrategias integrales basadas en la dinámica del agua en cuencas hidrográficas.
- Monitorear el estado de calidad del agua en tramos y cuerpos de agua con índices de riqueza de especies medio y alto.
- Utilizar tecnologías sostenibles de potabilización y tratamiento y manejo de aguas residuales.
- Establecer criterios de calidad para la conservación de flora y fauna acuáticas en tramos y cuerpos de agua con medios y altos índices de riqueza de especies hidrobiológicas.
- Establecer metas de descontaminación y cobrar la tasa retributiva por vertimientos puntuales en los tramos, corrientes y cuerpos de agua con índices de riqueza de especies hidrobiológicas medios y altos y en sus afluentes.
- Incorporar los criterios y estándares de calidad para la conservación de flora y fauna en los procesos de licenciamiento y otorgamiento de permisos de vertimientos.
- Implementar estrategias de reducción de contaminación no puntual en las áreas aferentes de los tramos, cuerpos de agua con índices de riqueza de especies hidrobiológicas altas y medias.

- Reducir o eliminar los vertimientos tóxicos y bioacumulables mediante el ejercicio de la autoridad ambiental.

Programa 5. Garantizando la resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su diversidad biológica

En el 2030, Colombia deberá adelantar programas conducentes al mejoramiento de procesos ecológicos, poblaciones y comunidades de organismos en ecosistemas acuáticos. Este programa deberá comprender las siguientes líneas de acción:

- Establecer nuevas áreas protegidas del orden nacional y regional con ecosistemas dulceacuícolas continentales y marino-costeros subrepresentados.
- Identificar, delimitar, restaurar y rehabilitar las áreas de ecosistemas dulceacuícolas que fueron transformadas durante el periodo 1990-2020.
- Definir y delimitar geográficamente los ecosistemas dulceacuícolas en escala 1:25000 para subzonas hidrográficas priorizadas para planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA) y en escala 1:500000 para paisajes marinos priorizados para POMCA.
- El país contará en el 2025 con un inventario claro de las amenazas y riesgos sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos para tomar medidas de manejo y prevención del recurso.
- Inventariar las poblaciones de especies invasoras de recursos acuáticos, introducidas y trasplantadas.

Programa 6. Hacia el desarrollo económico, la competitividad y mejoramiento de calidad de vida de las comunidades que aprovechan los recursos hídricos

En 2030, Colombia habrá desarrollado un programa integral para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que se sustentan en los recursos acuáticos, enfocado en el bienestar con equidad intergeneracional, la prosperidad sociocultural y la sostenibilidad. Este programa se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Consolidar el inventario de los recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares y continentales (RHMCIC).
- Establecer programas de manejo y ordenación de las poblaciones de recursos acuáticos que sean objeto de aprovechamiento.
- Establecer los puntos de referencia límite y de referencia para los recursos acuáticos que pueden ser objeto de aprovechamiento en diferentes usos, como agricultura, salud humana, hidroenergía, acuicultura, navegación.
- Desarrollar esquemas e instrumentos de valoración integral (económicos y no económicos) de los recursos acuáticos y sus servicios ecosistémicos.
- Promover y fortalecer herramientas de conservación *ex situ* (bancos genéticos, estaciones de investigación, zoológicos, acuarios).

Programa 7. Investigación sobre eventos hidrometeorológicos extremos

En 2030, Colombia deberá haber evaluado y cuantificado adecuadamente las amenazas presentes y futuras (CC+CAG) provenientes de eventos hidrometeorológicos extremos máximos (tormentas intensas, huracanes en el mar Caribe, heladas, crecientes en los ríos, avalanchas, inundaciones, deslizamientos, así como sobre las sequías (hidrológicas, meteorológicas y agrícolas), los factores de exposición y vulnerabilidad y los riesgos para los ecosistemas y para la sociedad.

Programa 8. Programa nacional de investigación sobre los impactos combinados del cambio climático y el cambio ambiental global (CC+CAG)

Para 2030, Colombia deberá tener un completo entendimiento de las causas e impactos actuales y futuros del CC+CAG durante el siglo XXI, con particular énfasis en:

- Los balances de agua, energía y carbono de sus ecosistemas y las cuencas hidrográficas, zonas inundables y zonas de transición continente-oceano (deltas, estuarios, etc.).

- La cantidad (oferta y demanda) y la calidad del agua para distintos usos (doméstico, industrial, agrícola, etc.) y los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- La dinámica espacio-temporal de la frecuencia y duración de las tormentas intensas.
- Los principales mecanismos determinantes del tiempo atmosférico y el clima del país.
- La dinámica espacio-temporal de las crecientes de los ríos, inundaciones y deslizamientos.
- Los procesos que dan lugar a las sequías de distinta duración y su predicción y los procesos de interacción suelo-atmósfera, océano-atmósfera y tierra-océano en distintas escalas de tiempo.
- Los procesos oceanográficos y geológicos asociados con el calentamiento, acidificación y ascenso de nivel del mar (incluyendo el levantamiento o hundimiento de terrenos) y sus consecuencias sobre los ecosistemas marinos y costeros.
- La salud humana.
- La biodiversidad, los ecosistemas (terrestres y acuáticos) y las zonas de vida del país, con énfasis en la deforestación y cambios en los usos del suelo. El papel de los ecosistemas como “amortiguadores” del CC+CAG.
- La salud humana por contaminación del aire en las ciudades colombianas.
- La productividad agrícola y la seguridad alimentaria y nutricional de los colombianos.
- Los servicios ecosistémicos y ambientales.
- Las energías limpias y renovables.
- Los centros urbanos, las industrias y la infraestructura.
- Las interacciones entre los ecosistemas y los sistemas sociales y los riesgos ante CC+CAG, involucrando las amenazas climáticas, y los factores de exposición y vulnerabilidad.

Programa 9. Actualización de los programas de adaptación y mitigación a los impactos del cambio climático y del cambio ambiental global

Para el 2030, Colombia habrá actualizado los planes de adaptación y mitigación a los riesgos del cambio climático y el cambio ambiental global, considerando diversos escenarios futuros de desarrollo socio-económico, tendencias en crecimiento poblacional, cambios en los usos del suelo, planes de ordenamiento territorial, tendencias y proyecciones de variables y condiciones socioeconómicas, políticas públicas nacionales, regionales y municipales, etc. En relación con los planes de adaptación y mitigación será necesario desarrollar investigación sobre (1) oportunidades, restricciones y límites, (2) necesidades y brechas de conocimiento, (3) experiencias prácticas de adaptación autónoma y planificada, incluyendo lecciones aprendidas, (4) barreras observadas y esperadas a la adaptación, (5) interacciones y cobeneficios entre las estrategias y los programas de adaptación y mitigación, (6) economía ambiental para valorar los servicios ecosistémicos y los costos ambientales y ecosistémicos de la deforestación, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

Programa 10. Programa de cambio climático y ecosistemas

Para el 2030, Colombia habrá actualizado los planes de adaptación al CC+CAG incluyendo la adaptación basada en ecosistemas. Para ello, es necesario crear conocimiento sobre (1) el efecto de los extremos climáticos sobre el funcionamiento de sus ecosistemas, (2) el impacto de los cambios socio-económicos actuales (incluyendo el Posacuerdo) sobre las tasas de cambio de los ecosistemas, (3) los efectos de las rápidas transformaciones en los usos del suelo y la deforestación sobre la resiliencia de los ecosistemas al CC+CAG, (3) la mejora de los sistemas productivos para hacerlos más resilientes al CC+CAG, (4) los impactos actuales y futuros del CC+CAG sobre la producción agrícola, (5) el desarrollo de sistemas agrícolas resilientes, (6) el impacto del CC sobre la biodiversidad del CC+CAG; (7) el papel de los ecosistemas como mecanismos de adaptación al CC, (8) la promoción de la resiliencia al CC de los sistemas socio-ecológicos, (9) el impacto de los cambios en usos del suelo sobre la quema de biomasa y su

mitigación, (10) la formación de un centro nacional de síntesis (puede ser virtual) para hacer uso de las bases de datos e información existentes, (11) el establecimiento de una red de observación ambiental para recolectar nuevas bases de datos y sincronizar diferentes mediciones *in situ*, relevantes para monitorear la interacción de los ecosistemas con la hidrósfera, la atmósfera y la geósfera, (12) la puesta en marcha de nuevas plataformas para el diálogo entre ciencia y políticas.

Repercusión de la Misión emblemática en el sistema de CTI y en la sociedad colombiana

El agua es el recurso más valioso de la sociedad, la biodiversidad y los ecosistemas, de ella depende su subsistencia y supervivencia. Cantidad y calidad son los principales derroteros para socioecosistemas verdaderamente sanos y sostenibles en el tiempo. Los planes de adaptación al cambio climático en todos los sectores deben ser construidos, actualizados e implementados con base en la mejor información y conocimiento científico de punta para minimizar los riesgos, la vulnerabilidad y la exposición y para maximizar la resiliencia de la sociedad, la biodiversidad y los ecosistemas.

El desarrollo de esta Misión Emblemática permitirá:

- Generar conocimiento sobre la oferta natural y la demanda de agua en Colombia, considerando la cantidad y la calidad.
- Garantizar el acceso al agua en cantidad y calidad para los distintos usos y reducir los riesgos de las comunidades ante los eventos extremos.
- Conservar y garantizar el uso sostenible del agua (como recurso y como amenaza) como requisito para una cabal comprensión de su importancia a nivel biológico, social y económico, para su gestión y para un manejo que involucre todas las partes interesadas.
- Mejorar la calidad de vida de la población, mediante la conservación del agua, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- Identificar las causas antrópicas o exógenas que estén o puedan poner en riesgo la cantidad y la calidad de los recursos hídricos y su relación con la sociedad y la biodiversidad.

- Disminuir los riesgos, la vulnerabilidad y la exposición de la sociedad ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos (tormentas intensas, inundaciones y sequías) para la construcción de los planes de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo de desastres.
- Crear conocimiento para enfrentar los retos y para la construcción de políticas públicas y planes de adaptación y mitigación al cambio climático causante de graves impactos económicos, ambientales, ecológicos y sociales en todos los sectores, lo que exacerba la pobreza y la inequidad.
- Conocer el funcionamiento y la dinámica natural de las cinco grandes regiones de Colombia y sus ecosistemas, en un amplio rango de escalas espaciales y temporales.
- Cuantificar los impactos actuales y futuros del CC+CAG sobre los ciclos de agua, energía y carbono de los ecosistemas colombianos.
- Cuantificar los riesgos de los climas actual y futuro (2030-2050) sobre los sistemas sociales, ecosistemas y sectores prioritarios.
- Actualizar los planes de adaptación (incluyendo adaptación basada en ecosistemas) de la sociedad y los ecosistemas frente a los impactos del CC+CAG para disminuir los riesgos, la vulnerabilidad y la exposición a la mitad de los valores actuales.
- Maximizar la resiliencia socio-ambiental de los ecosistemas ante los impactos del CC+CAG.
- Actualizar los compromisos de Colombia ante el Acuerdo de París y la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Academia: investigación e innovación

Solo valoramos, cuidamos y usamos responsablemente lo que conocemos y, por ello, es fundamental comprender con rigor científico la cantidad y calidad de nuestros recursos hídricos, tanto en condiciones promedias como extremas, y sus interrelaciones con las sociedades y con la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres en ríos, lagos, humedales, aguas subterráneas, zonas inundables, estuarios, océanos superficiales y profundos.

Es necesario desarrollar investigación científica sobre el funcionamiento de la dinámica espacio-temporal de los ciclos del agua, energía y carbono y de sus interacciones con los sistemas sociales en las distintas regiones y ecosistemas. Algunos procesos hidrológicos no están bien entendidos, por lo que se requiere del estudio de sus condiciones paleoambientales y presentes, que a su vez sustentaría el desarrollo de modelos predictivos para el análisis de escenarios de CC+CAG (incluyendo escenarios de desarrollo socioeconómico del país). Estos estudios servirán como base para desarrollar e implementar los planes de adaptación que reduzcan los riesgos, la vulnerabilidad y la exposición y maximicen la resiliencia socio-ambiental.

Es necesario definir una agenda de investigación suficientemente amplia a corto, mediano plazo y largo plazo para garantizar que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga en consonancia con el desarrollo sostenible y con el bienestar de la sociedad, así como sobre los efectos del cambio climático en Colombia. Esa agenda debe incluir los temas descritos en el Programa 1, relacionado con la gestión integral del agua, y otros como: (1) desagregación espacial (*downscaling*) de los resultados de modelos climáticos globales a las escalas regionales y locales, mediante técnicas estadísticas y modelos dinámicos de alta resolución espacial, (2) análisis de consistencia entre los resultados de modelos climáticos para el siglo XXI, con respecto a las tendencias observadas de largo plazo en los registros y series de tiempo de las principales variables hidrológicas, climáticas y ecológicas, (3) atribución de eventos hidrometeorológicos extremos al CC+CAG.

Educación

La educación ambiental debe ser la herramienta para que los colombianos comprendan y arraiguen las relaciones de interdependencia con los sistemas de soporte a la vida y los recursos vitales que brinda la naturaleza. Vivimos en un país megadiverso y rico en agua, y su conservación y uso sostenible es un deber natural de toda la sociedad colombiana. La solución a la actual crisis climática se basa en la educación en temas de clima y medio ambiente desde niveles primarios hasta doctorales y postdoctorales.

Asimismo, resulta fundamental el incluir el conocimiento ambiental de indígenas, campesinos y afrodescendientes en los currículos educativos de educación primaria y secundaria.

Los procesos educativos y de divulgación que vinculen aspectos ambientales han de ser dinámicos y deberán buscar la construcción de espacios de trabajo conjunto entre las diferentes instituciones y actores del orden regional a fin lograr incluir todos los intereses y necesidades de conocimiento básico y aplicado, que permitan incidir de manera positiva en el mejoramiento de las condiciones naturales y sociales. Como mecanismo para mejorar la capacidad científica sobre el conocimiento e investigación en materia de los RHMCI, cambio climático y cambio ambiental global, se proponen:

Estrategia 1. Participación: se orienta a incentivar el desarrollo de mecanismos y espacios de participación que motiven el reconocimiento e importancia de estos recursos y del medio en el que habitan.

Estrategia 2. Formación, investigación y gestión de la información: esta estrategia se orienta a fomentar y desarrollar acciones de investigación y de manejo de la información relacionada con los RHMCI y el CC+CAG, por parte de entidades y personas públicas o privadas, de tal forma que aporten a la comprensión del Estado y a la evolución del recurso hídrico en el país, para lograr el buen manejo del recurso y para divulgar la información más relevante sobre el cambio climático y sus efectos en Colombia.

Cooperación y colaboraciones

Los retos que plantea el agua y sus interrelaciones con la biodiversidad, los ecosistemas y la sociedad, así como los impactos y riesgos provenientes del cambio climático y el cambio ambiental global demandan una interacción dinámica e innovadora entre el Estado, la Academia, la sociedad civil y el sector privado.

Esta misión es envolvente y deberá involucrar los aportes de los ocho focos temáticos de la Misión de Sabios, así como de múltiples entidades

públicas del orden nacional, departamental, municipal y local, la Academia, las ONG, el sector privado y la sociedad civil, para responder a la necesidad de la «seguridad hídrica», entendiendo el agua como recurso y como amenaza. La Misión supone la creación de conocimiento para contribuir al cumplimiento de los ODS, así como para la formulación de políticas públicas, de los planes de adaptación al cambio climático, y los planes de gestión del riesgo y gestión del territorio. Estos retos demandarán investigación en todas las ciencias ambientales, física, química, matemáticas, teoría de probabilidad y procesos estocásticos, termodinámica estadística y de información, sistemas dinámicos no lineales, ecuaciones diferenciales, teoría de caos, fractales y multifractales, teoría de redes complejas, *machine learning*, etc., así como implementación de plataformas de *Big/Smart Data* y de computación en la nube, entre otras.

También será fundamental la cooperación para financiar las investigaciones y actividades en relación con el recurso hídrico y su biodiversidad. El concepto de “sostenibilidad” también expresa la necesidad de optimizar el uso de los recursos financieros actuales y futuros. Por ejemplo, el Plan de Recursos Acuáticos continentales y marino-costeros e insulares, se convierte en una estrategia adecuada para cuantificar y priorizar las inversiones, y para financiar las acciones propuestas. Así mismo, se puede acompañar por las tasas por utilización de agua, que se destinarán a cubrir los gastos de protección y renovación del recurso hídrico, para los fines establecidos en la ley. La inversión forzosa del 1 % del valor de la inversión de proyectos sujetos a Licencia Ambiental (Ley 99 de 1993) para proyectos que utilicen agua deberá orientarse en actividades de conservación, recuperación y vigilancia de las cuencas hidrográficas. En relación con el cambio climático y el cambio ambiental global (CC+CAG) es necesario fortalecer a los institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental (Sina), así como la investigación en universidades y centros de investigación en los temas relevantes. Los planes de adaptación y mitigación deberán ser formulados a partir de resultados de investigación científica sobre los impactos futuros (2030-2050) del CC+CAG sobre las diversas variables climáticas, hidrológicas y ambientales, para cuantificar las amenazas, los factores de exposición y vulnerabilidad de los sistemas sociales y de los

ecosistemas. Además, se requiere la interacción entre el Estado, las universidades y centros de investigación, la sociedad civil y el sector privado para construir los escenarios de desarrollo socio-económico de Colombia (a nivel nacional y regional), de tal forma que se puedan estimar los impactos esperados del CC+CAG sobre los ecosistemas, la sociedad y los diversos sectores prioritarios.

Largo plazo

Los retos planteados por el agua (como recurso y amenaza, en cantidad y calidad) y por el cambio climático requieren medidas y estrategias de corto, mediano y largo plazo. En el corto plazo son necesarias medidas y acciones de prevención, control y gestión inmediatas para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, así como para el aseguramiento del bienestar de la sociedad, la conservación y sostenibilidad de los sistemas de soporte a la vida, garantizando la salud, la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad. En el mediano y largo plazo, la formulación, actualización e implementación de los planes y estrategias de adaptación al cambio climático deberán reducir los riesgos, la vulnerabilidad y la exposición y maximizar la resiliencia socio-ambiental.

A lo largo del documento, especialmente en lo referente a Programas, se han definido claras metas para la próxima década de necesario cumplimiento.

Regionalización

La única forma de valorar y hacer uso sostenible del agua y su biodiversidad es entender la heterogeneidad cultural y geográfica del país, de los actores públicos y privados, así como las necesidades históricas y presentes del uso del recurso hídrico y sus riquezas por parte de las comunidades locales. Los impactos del cambio climático y del cambio ambiental son eminentemente regionales y locales y dependen de los distintos sectores y, por eso, deben ser entendidos, modelados y proyectados a esas escalas. Ello demanda investigación científica que involucre a las universidades y a los centros de investigación regionales. A su vez, los planes de adaptación y mitigación demandan los aportes de los gobiernos regionales y

municipales, así como de la sociedad civil y los empresarios privados a nivel regional y local.

Los esfuerzos de planificación y gestión del agua, así como de los RHMCI, deben fortalecer los roles y capacidades científicas de las instituciones públicas y privadas en los niveles regional, municipal o comunitario. La fragilidad político-institucional, y la precaria implementación de los instrumentos de manejo y control de los ecosistemas y los recursos naturales, tienen diversas causas: (1) falta de recursos humanos, técnicos y financieros para ejercer las funciones de control ambiental, (2) poca voluntad política de algunas de las entidades responsables de implementar acciones en el territorio (pesca, riego, bienes de uso público, saneamiento básico y ambiental), (3) precaria formación científica de autoridades ambientales, (4) desarticulación entre los niveles nacional, departamental y municipal, (5) insuficiencia de conocimientos y de información sobre los problemas ambientales y su solución, (6) falta de conciencia pública sobre la importancia de la biodiversidad y sus RHMCI y sobre los mecanismos de participación ciudadana. Se observan también inversiones poco focalizadas hacia la solución efectiva de los problemas o inversiones parciales o aisladas, no orientadas por la cofinanciación ni la colaboración interinstitucional. Hay cuatro estrategias para fortalecer la capacidad de los actores institucionales públicos y privados para el cumplimiento de sus funciones y la ejecución de programas y proyectos en relación con el agua y con el cambio climático en las regiones:

Estrategia 1. Mejoramiento de la capacidad de gestión pública de los recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares y continentales: esta estrategia se orienta a fortalecer las acciones de las autoridades ambientales regionales en la planificación, administración, monitoreo y control de los impactos de los RHMCI.

Estrategia 2. Revisión normativa y articulación con otras políticas: desarrollar y armonizar la normatividad para articular las políticas ambientales y sectoriales que incidan en la gestión integral de los RHMCI.

Estrategia 3. Generación de conocimiento para la gestión integral del agua en los niveles regionales y locales: para ella, es necesario definir agendas regionales de investigación a mediano y largo plazo para garantizar que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga en consonancia de los ODS.

Estrategia 4. Generación de conocimiento sobre los impactos regionales y locales del cambio climático y el cambio ambiental y construcción de escenarios de desarrollo socio-económico y de planes de adaptación y mitigación a escalas regional y local. Los modelos climáticos de alta resolución espacial y temporal permitirán cuantificar los impactos del CC+CAG sobre las más importantes variables climáticas, hidrológicas y ambientales, a nivel regional y local.

Internacionalización

El agua, las cuencas hidrográficas y los recursos hidrobiológicos no conocen fronteras geopolíticas y responden a las dinámicas naturales y antropogénicas en las cuencas hidrográficas, por lo cual, su conocimiento, gestión y uso debe responder a políticas y esfuerzo mancomunados de diferentes países. La financiación de estas investigaciones deberá tener un componente internacional muy importante. Los impactos del cambio climático y del cambio ambiental global demandan investigación científica con apoyo internacional para instrumentación y monitoreo ambiental (satélites, radares, lidars, drones, aviones con instrumentación científica, campañas de campo sobre tierra, atmósfera y océanos), y para la experimentación (laboratorios) con procesos biogeoquímicos, físicos, hidrológicos y climáticos. Además, las simulaciones climáticas requieren del uso de supercomputadoras. Todo esto se debe potenciar con apoyo internacional de agencias, centros de investigación y universidades en el exterior.

La gobernanza es uno de los mayores desafíos de Colombia para ajustarse a los estándares internacionales en manejo del agua. Es necesaria la coordinación interinstitucional e intersectorial en el manejo del agua para maximizar el impacto en la reducción de la pobreza en América Latina

(Akmouch, 2012). A su vez, Colombia ha despertado el interés de cooperación de países que cuentan con gran experiencia en temas de manejo del agua, como los Países Bajos (Ministry of Foreign Affairs, 2018), en relación con las cuencas aledañas a Bogotá, Medellín, Cartagena y Barranquilla. También se señala el interés internacional sobre las aguas subterráneas y acuíferos en Colombia, aún con los vacíos de información existentes, tales como el Fondo global por el ambiente (GEF) desde la reunión de la convención de Río en 1992.

Soluciones ascendentes (*bottom up*)

Para cumplir con los objetivos propuestos, se deben adelantar diversas estrategias y líneas de acción, muchas de ellas enfocadas en convocatorias de proyectos de investigación científica de carácter nacional, departamental y local, para generar conocimiento sobre el estado actual del recurso hídrico y su biodiversidad, de los impactos del cambio climático y de la capacidad real de las distintas regiones y municipios del país para enfrentar los retos, minimizar los riesgos y maximizar la resiliencia social y ambiental incluyendo aspectos científicos, económicos, sociales y culturales. Para la construcción de los planes de adaptación y mitigación al cambio climático proponemos llevar a cabo una serie de talleres regionales con participación de la Academia (científicos naturales y sociales), el Estado (gubernaciones y alcaldías), la industria, la sociedad civil y las comunidades, incluyendo campesinos, indígenas y comunidades afrodescendientes.

- Es necesario identificar, valorar, apropiar y entender los conocimientos ancestrales y regionales sobre el uso y cuidado del agua, así como las costumbres arraigadas en las comunidades frente a la adaptación al clima y a las dinámicas naturales. Esto deberá consolidar una biblioteca de saberes autóctonos que potencie el conocimiento científico sobre el agua y el cambio ambiental global.
- Deben propiciarse mecanismos de convocatorias participativas que surjan desde la base de la sociedad, en la que se involucren actores y comunidades regionales, a partir de problemáticas propias de los territorios, así como talleres regionales.

- Complementariamente, estas convocatorias deben integrar al Estado, la empresa, la academia y la sociedad civil para lograr soluciones viables con identidad regional.

Convergencias

El agua es el recurso vital fundamental que debe convocar los conocimientos ancestrales, los desarrollos científicos y tecnológicos, los procesos productivos, los desarrollos socioeconómicos y el bienestar de la población y, como tal, su visión debe ser transdisciplinaria e intersectorial. El acceso al agua limpia es un derecho de toda la sociedad y su garantía tiene profundas implicaciones en términos de la equidad social. El cambio climático y la pobreza se retroalimentan mutuamente y, por tanto, la solución a la crisis climática tendrá implicaciones muy importantes en la búsqueda de la equidad social de Colombia.

Existe una clara conexión de esta Misión Emblemática, con los ocho focos de la Misión de Sabios. Todos están en capacidad de contribuir a los objetivos de la Misión Emblemática aquí propuesta. En particular, la presente misión intenta aportar de manera directa al reto “Colombia Equitativa” y tiene implicaciones con el reto “Colombia Productiva y Sostenible”, toda vez que propende por el derecho al acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, así como a reducir los riesgos de las poblaciones más vulnerables ante eventos hidrometeorológicos extremos, lo cual tiene profundas implicaciones en términos de equidad social. Lo mismo sucede con la implementación de los planes de adaptación y mitigación al cambio climático, ya que estos rompen el círculo vicioso entre cambio climático y pobreza y tienen por objeto minimizar la vulnerabilidad y maximizar la resiliencia social y ambiental, mejorando la calidad de vida y el bienestar de las poblaciones y los ecosistemas.

Gobernanza

La misión será gobernada por un comité de dirección científica conformado por investigadores reconocidos por Colciencias en los temas de agua, su biodiversidad, medio ambiente y cambio climático, con adecuada representación regional, así como por representantes de los siguientes ministerios: (1)

Ciencia, Tecnología e Innovación, (2) Salud y Protección Social, (3) Minas y Energía; (4) Agricultura y Desarrollo Rural, (5) Ambiente y Desarrollo Sostenible, (6) Transporte, (7) Educación, (8) Cultura y (9) Industria y Comercio. También deberá participar la sociedad civil y la industria. Dado que la Misión tiene un enfoque territorial, los ministerios deberán coordinar sus esfuerzos en enlace con los entes regionales, secretarías de ciencia y tecnología, consejos regionales de competitividad y demás organismos.

Financiación

Será necesario crear un fondo específico en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación para financiar las Misiones Emblemáticas propuestas por la Misión de Sabios. Así mismo, debe fortalecerse con la obtención de recursos provenientes de las regalías para apoyar la investigación científica en los niveles departamentales y locales. Las convocatorias de innovación abierta serán fundamentales para la construcción de los programas de investigación propuestos, cuya financiación deberá provenir de distintas fuentes nacionales e internacionales, donde la asociación público-privada, debe tener una participación directa en ellas. Proponemos también la creación de un fondo para financiar estas investigaciones con un porcentaje del costo de los proyectos que demanden licencias ambientales, a cargo de las entidades solicitantes. Por otra parte, es posible recurrir a la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua³⁴ o al Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento³⁵, un instrumento de la Cooperación Española que desarrolla programas de fortalecimiento institucional, desarrollo comunitario y promoción de servicios de agua y saneamiento en 19 países de América Latina y el Caribe. También se suman los Fondos de Agua de Nature Conservancy³⁶, los Fondos de Agua del Gobierno Alemán para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático basadas en ecosistemas³⁷, el Fondo de Adaptación establecido bajo el Protocolo de

34 Consultar en <https://www.fondosdeagua.org/es/>

35 Consultar en FCAS; <http://www.aecid.es/ES/FCAS>

36 Consultar en FCAS <https://waterfundstoolbox.org/>

37 Consultar en FCAS https://www.adaptationcommunity.net/download/ecosystembased_adaptation/WaterFunds-EbA.pdf

Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático³⁸. Finalmente, será necesario establecer convenios de cooperación en investigación científica entre universidades y centros de investigación de Colombia y países desarrollados para aprovechar capacidades científicas y de laboratorios, y capacidades de monitoreo en temas ambientales, ecológicos, climáticos, hidrológicos, hidráulicos, forestales, ecosistémicos, oceánicos y atmosféricos.

Referencias

- Akhmouch, A. (2012). *Water Governance in Latin America and the Caribbean: A Multi-Level Approach*. OECD Publishing. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1787/5k9crzqk3ttj-en>
- Ministry of Foreign Affairs. (2018). *Water Management, Colombia*. Netherlands Enterprise Agency.

38 Consultar en FCAS <https://www.adaptation-fund.org/>