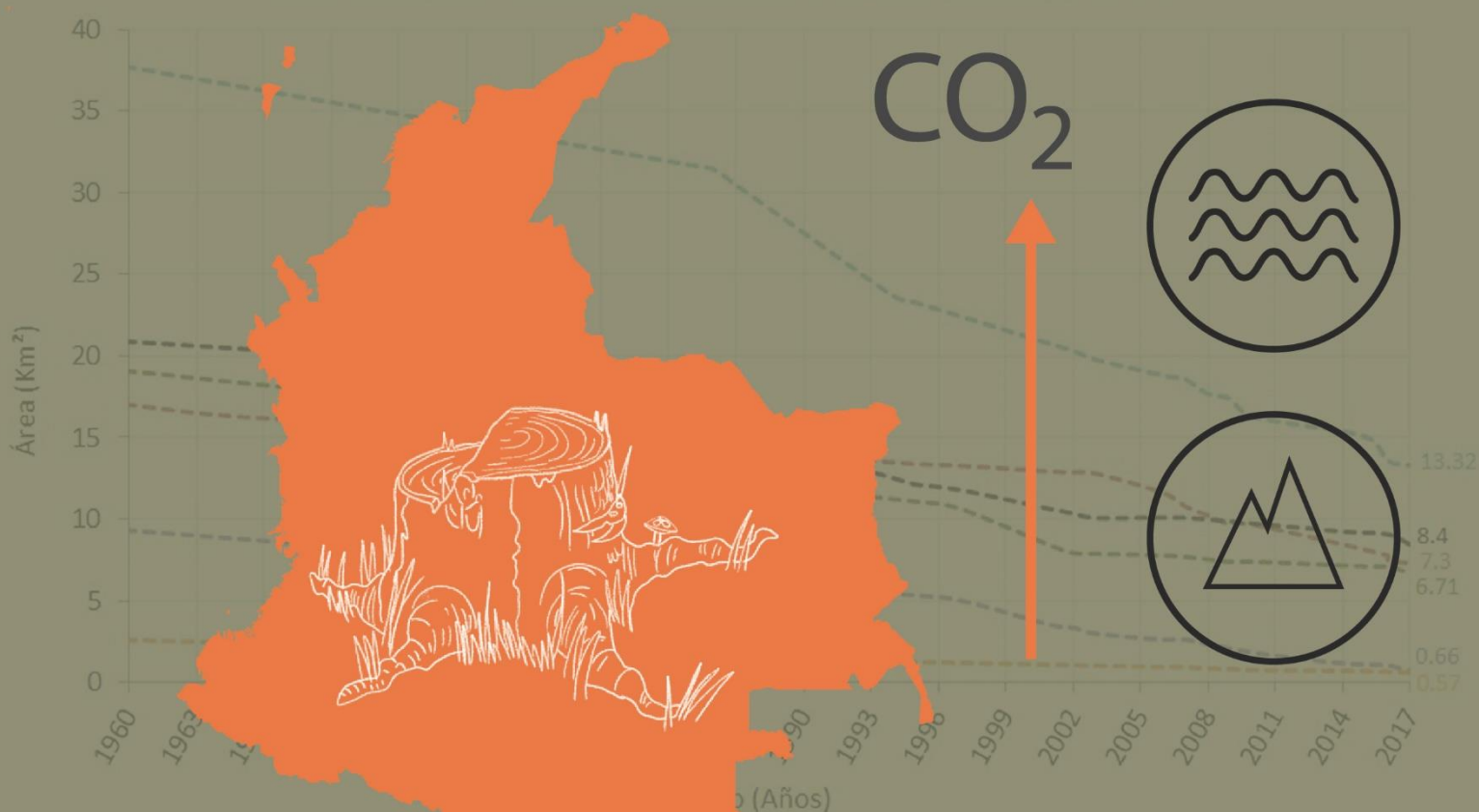


EVOLUCIÓN DEL ÁREA GLACIAR EN COLOMBIA 1960 - 2017



Gran acuerdo por Antioquia **2050**

Línea base



DOCUMENTOS
de
TRABAJO INER

Medellín, Colombia. ISSN Electrónico 2462-8506



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Instituto de Estudios Regionales

ISSN 2462-8506 Edición electrónica

Universidad de Antioquia
Instituto de Estudios Regionales
Calle 67 No. 53 - 108
Bloque 9 - 243
Medellín - Colombia
Febrero de 2021

Ilustraciones: Laura Ospina Montoya

Edición. Harold Cardona y Yesenia Arboleda
Instituto de Estudios Regionales
Universidad de Antioquia
Calle 67 No. 53 - 108
Bloque 9 - 243
Teléfono 2195696 -2195983

Medellín - Colombia

El Instituto de Estudios Regionales es un Centro de Investigación de la Universidad de Antioquia-Colombia que se dedica a investigar de manera creativa e incluyente, desde diversas disciplinas, produciendo conocimiento desde el diálogo de saberes, aportando a las políticas públicas y a la gestión para el cambio social. Articula la investigación a procesos de educación superior, formal y continua para un conocimiento socialmente pertinente con sentido crítico, fortaleciendo el compromiso ético de los estudiantes. A través de actividades de extensión contribuye y cualifica para la gestión social, promoviendo la pluralidad en la toma de decisiones y la formación en habilidades específicas de ciudadanos e instituciones.

La presente publicación está protegida por los derechos de autor de quienes aparecen como titulares del documento. El uso del documento está permitido de manera libre y gratuita y sin ánimo de lucro; sin embargo, se exige el buen uso de la información ofrecida, no alterar su contenido y, en caso de ser empleado, hacer la debida citación de la fuente. Las visiones expresadas en esta publicación son de los autores. En ningún caso debe asumirse como una postura de INER o de la Universidad de Antioquia, tampoco de los entes financiadores.

<p>Cómo citar: Arias Gómez, P. A., Escobar, J. F., Tabares Pérez, C. M., y Espinosa Silva, P. (2021). Cambio climático. Documentos de Trabajo-INER, (20), 5-36</p>

Cambio climático

Resumen:

El presente documento hace parte de una serie de productos derivados del proyecto de investigación: Granacuerdo por Antioquia 2050, del contrato interadministrativo 0154 del 2018 suscrito entre el Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA) y la Universidad de Antioquia, financiado por la Gobernación de Antioquia, para realizar una serie de estudios de la línea base del acuerdo por Antioquia 2050. El proyecto fue liderado por el Instituto de Estudios Regionales de la Universidad de Antioquia, con participación de grupos de investigación de la facultad de ingeniería, ciencias sociales, derecho y ciencias económicas. Los resultados del proyecto fueron documentos técnicos sobre los siguientes temas: cambio climático, cambio demográfico, reconfiguración del conflicto armado, conservación de la biodiversidad, desequilibrios en el sistema urbano regional, disparidades regionales en desarrollo, diversificación energética, Estado social de derecho y naturaleza como sujeto de derechos, estructura productiva e internacionalización, gobernanza territorial, recurso hídrico y servicios ecosistémicos. El material completo de la investigación reposa en el centro de documentación del Instituto de Estudios Regionales, el cual puede contactar al correo cediner@udea.edu.co

Cambio climático

Introducción

Algunos de los siguientes conceptos, repetidos con frecuencia, sintonizan al lector en la temática.

Cambio Climático: Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (IPCC, 2014).

Vulnerabilidad: Predisposición a ser afectado negativamente; está relacionada con la falta de capacidad de respuesta y adaptación frente al cambio climático (IPCC, 2014).

Riesgo: Es una medida de la magnitud de los daños frente a fenómenos o tendencias peligrosas. El riesgo se mide asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro (amenaza) (IPCC, 2014).

Incertidumbre: Se basa en el tipo, la cantidad, la calidad y la coherencia de la evidencia (e.g., los datos, la comprensión de los mecanismos, la teoría, los modelos, y el juicio experto) (IPCC, 2014).

Escenarios: Descripción de futuros posibles, basados en un conjunto consistente y coherente de supuestos (IPCC, 2014).

Adaptabilidad: Respuesta de los seres humanos a estímulos climáticos o sus efectos, para moderar el daño o aprovechar sus beneficios (IPCC, 2014).

El cambio climático actual es inequívoco, evidenciándose como un calentamiento generalizado de la atmósfera y el océano, la disminución en los volúmenes de nieve y hielo, el ascenso en el nivel del mar, y el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), entre otras alteraciones, que generan unos riesgos a la sociedad y a los ecosistemas. El cambio climático tiene incertidumbres inherentes en sus proyecciones debido a la complejidad del sistema terrestre; sin embargo, estas incertidumbres pueden incrementarse debido a un inadecuado manejo y análisis de los datos existentes en estas temáticas. Para el caso específico de Colombia, se evidencia que no hay un consenso entre las diferentes proyecciones planteadas por las tres Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático (CNCC) publicadas hasta la fecha.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) se encarga de recopilar la evidencia científica existente respecto a los cambios observados en el sistema climático, así como sus diferentes proyecciones e impactos en el clima, en ecosistemas y en comunidades humanas. Para la elaboración de proyecciones de cambio climático, se recurre a la creación de diversos escenarios, con diferentes consideraciones sobre los niveles de emisiones futuras (escenarios de mitigación, de estabilización y con diversos niveles de emisiones de GEI). Las proyecciones futuras de impactos de cambio climático consideran la implementación de modelos de circulación general con forzamientos indicados por los diferentes escenarios de emisiones de GEI. Así, se obtienen proyecciones generadas por cada uno de los modelos considerados, las cuales se promedian, para así generar un promedio multimodelo para cada uno de los escenarios planteados.

En comparación, el escenario de cambio climático adoptado para Colombia no solo considera este promedio multimodelo, sino que también promedia las proyecciones multimodelo de todos los escenarios, es decir, promedia tanto los modelos como los escenarios (promedio multimodelo multiescenario), para estimar las posibles consecuencias del cambio climático en Colombia, y que son la base para la toma de decisiones con respecto a la adaptación y mitigación ante este fenómeno. Esta metodología de generar proyecciones multiescenario no ha sido reportada previamente en la literatura, y, además, combina de forma errónea futuros igualmente probables con características diferentes, lo que, evidentemente, origina unos riesgos no previstos con alta probabilidad de que no sean gestionados, ya que no han sido identificados de la manera adecuada.

Para hacer un análisis sobre el cambio climático, se deben tener en cuenta ciertas variables que son fundamentales para entender el sistema climático y su interacción con los sistemas naturales y humanos. En el presente diagnóstico, las variables a considerar son: concentraciones de GEI (enfocándose principalmente en las concentraciones de CO₂), temperatura, precipitación, pérdida de glaciares y ascenso en el nivel del mar. Las variables enunciadas se analizan desde una perspectiva internacional, nacional y local, como se muestra a continuación.

1. Situación actual

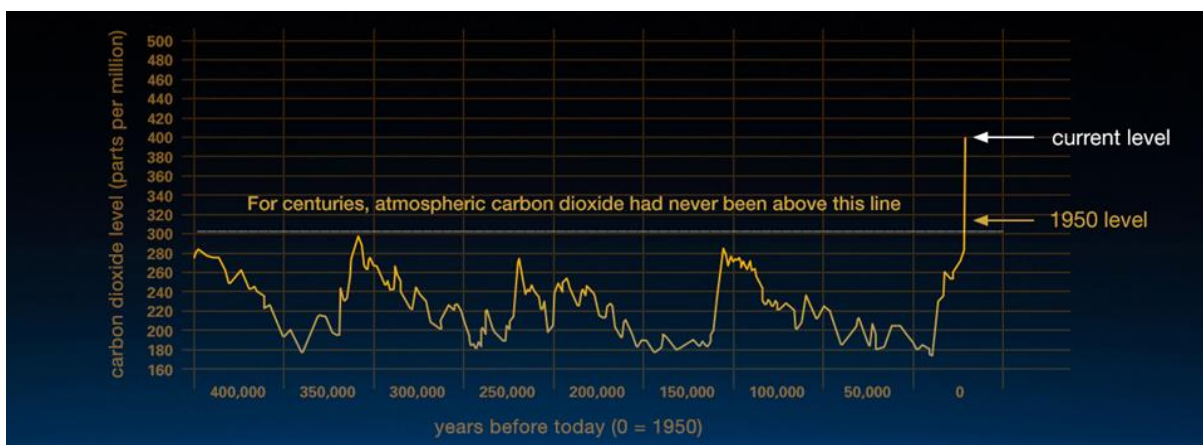
1.1 Contexto Internacional

Las concentraciones de dióxido de carbono en el planeta han aumentado en un 40% desde la era pre-industrial (finales del siglo XIX) debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones netas derivadas del cambio de uso del suelo (Figura 1; IPCC, 2014). Los impactos de los recientes fenómenos extremos asociados al clima, como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales, ponen de manifiesto una importante vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas y muchos sistemas humanos a la actual variabilidad y cambio climático.

Desde mediados del siglo XIX, el aumento en el nivel del mar ha sido superior a la media estimada de los dos milenios anteriores. Durante el período 1901-2010, el nivel medio global del mar se elevó en 0,19 (0,17 a 0,21) m. En cuanto a la criósfera, se ha observado que en los dos últimos decenios, los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa, los glaciares han continuado menguando en casi todo el mundo, y el hielo del Ártico y el manto de nieve en primavera en el hemisferio norte han seguido reduciéndose en extensión, aproximadamente a una tasa de disminución anual entre el 3,5% y el 4,1% por decenio (rango de entre 0,45 y 0,51 millones de km² por decenio); esta pérdida de masas de hielo ha contribuido a incrementos globales del nivel del mar de 20 cm en el último siglo (Figura 2; IPCC, 2014). En cuanto a la precipitación, las series temporales resultantes de precipitación global terrestre

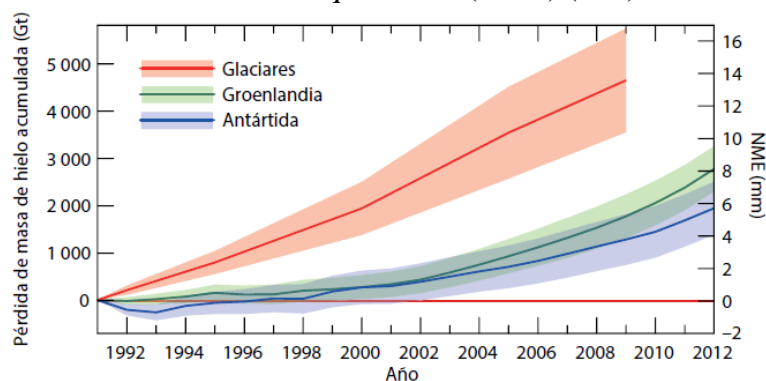
presentan pocos cambios desde 1900. Al día de hoy, existe un nivel de confianza medio en que ha habido una influencia humana significativa en los patrones de precipitación a escala mundial; se ha observado un aumento de precipitación en las latitudes de medias a altas del hemisferio norte (Figura 3; IPCC, 2014). Respecto a la temperatura superficial, es probable que el periodo 1982-2012 haya sido el periodo de 30 años más cálido de los últimos 1.400 años en el hemisferio norte. Así, el incremento total entre el promedio de temperatura del periodo 1850-1900 a el periodo 2003-2012 es de 0,78 (0,72 a 0,85) °C, y está basado en el conjunto de datos disponible más extenso del que hay registro (Figura 4; IPCC, 2014).

Figura 1. Concentraciones de CO₂ atmosférico. Según recopilación de datos históricos, las concentraciones de CO₂ posteriores a 1950 no han tenido precedentes en los últimos años.



Fuente: NASA. <https://climate.nasa.gov/evidence/>

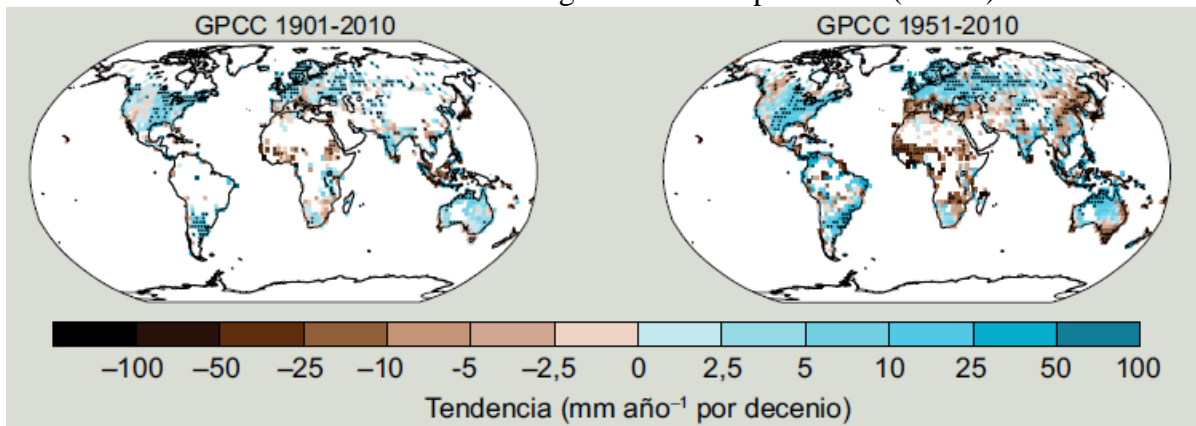
Figura 2. Pérdida total de hielo de los glaciares y mantos de hielo en términos de masa (Gt) y de nivel del mar equivalente (NME) (mm).



Fuente: IPCC, 2014

http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf

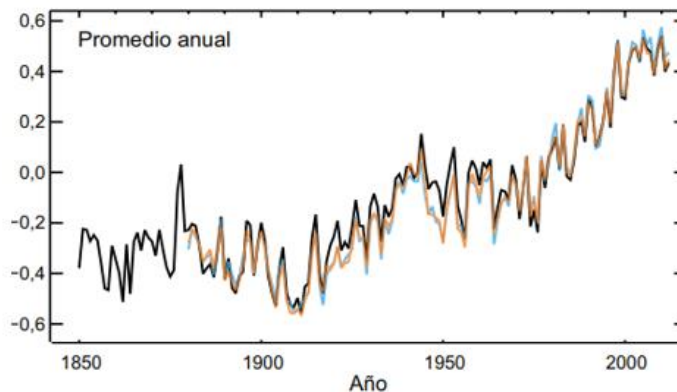
Figura 3. Mapas de los cambios observados en la precipitación sobre continente de 1901 a 2010 (izquierda) y de 1951 a 2010 (derecha); elaborados a partir de los conjuntos de datos del Centro Mundial de Climatología de las Precipitaciones (GPCC).



Fuente: IPCC, 2014.

http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf

Figura 4. Anomalías del promedio anual y global de temperaturas en superficies, terrestres y oceánicas combinadas, para el periodo 1850-2012. Los colores indican diferentes conjuntos de datos.



Fuente: IPCC, 2014.

http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf

1.2 Contexto Nacional

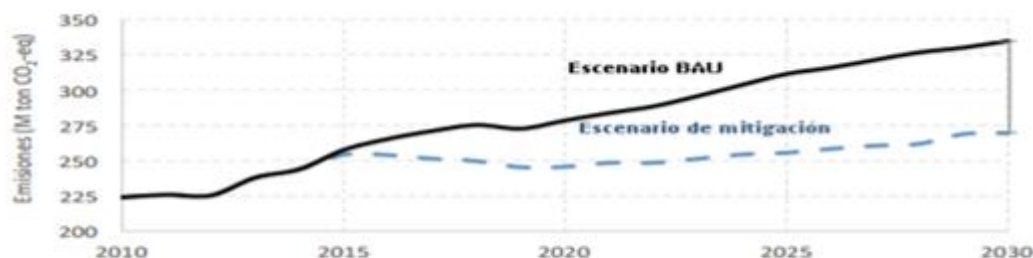
En general, en el planeta se observa una tendencia al aumento en las emisiones de GEI que está correlacionada con las variaciones en el crecimiento económico, ya que mayores niveles de producción implican mayores consumos de combustibles y fuentes de energía. Para el caso específico de Colombia, se tiene un crecimiento total de emisiones de GEI del 15%, entre los años 1990 y 2010; los sectores con mayores emisiones de GEI son los relacionados con cambios en el uso del suelo (62%), transporte (11%) e industrias manufactureras (11%); sus emisiones de GEI pasaron de aportar el 0,37% de las emisiones globales a emitir 0,42% en los últimos años (IDEAM, 2017). Dentro de la lista de emisores de GEI per cápita mundiales, Colombia se ubica en la posición 105, con emisiones de 4 Ton CO₂ eq./habitante. Estas emisiones se encuentran por debajo de las de países desarrollados como Estados Unidos (18,5), y de las de otros países latinoamericanos como Paraguay (16,6) y Ecuador (8,9). Las emisiones por departamentos indican que, en Antioquia, el promedio de emisiones por habitante es de 4-5 Ton CO₂ eq., mientras que en Risaralda, Caldas y Quindío es de 1-4 Ton CO₂ eq. (IDEAM, 2016). Aunque estas emisiones son una parte muy pequeña de las generadas por los países industrializados, el Acuerdo de París, firmado en el año 2015, el cual permitió mantener y extender los compromisos de reducción de emisiones GEI luego del año 2020 (fecha de terminación del protocolo de Kioto; IDEAM, 2017), establece que ya no solo los países ricos o industrializados deben comprometerse con una meta de reducciones y adelantar medidas para alcanzar tal fin, sino también los países en vía de desarrollo. Colombia se ha comprometido a reducir, de manera autónoma, sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% de las proyecciones para el año 2030 (Figura 5), y en un 30% si recibe apoyo financiero externo.

En este sentido, estas metas se pueden ver afectadas por la deforestación (Figura 6), la cual, por ejemplo, aumentó en un 44% durante el año en que se firmó el Acuerdo de Paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC; IDEAM, 2016), y esto se debe a que las personas y la industria ahora tienen mayor facilidad de acceso a zonas que estuvieron restringidas durante muchos años por causa del conflicto armado. En este sentido, es importante resaltar que un gran contribuyente de las emisiones de GEI en Colombia son los cambios en usos del suelo, de los cuales se resaltan la expansión de la frontera agropecuaria y los megaproyectos, tales como la construcción de centrales hidroeléctricas; según varios estudios, las hidroeléctricas en zonas

tropicales no son energías del todo ‘limpias’, ya que la descomposición de la biomasa inundada es uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de GEI de estas centrales. Así, si alguna de estas emisiones se ignora o se subestima, las cuotas nacionales negociadas para reducir las emisiones serán insuficientes y las temperaturas globales continuarán aumentando (Song et al., 2018; Fearnside & Pueyo, 2012).

En cuanto a cifras de cambios en temperatura y otras variables climáticas, para el caso particular de Colombia se evidencia una temperatura promedio actual de 22,4°C, lo que corresponde a un aumento de 0,8°C en los últimos 40 años. El incremento de la temperatura global implica un derretimiento de masas de hielo, y esto a su vez contribuye al ascenso del nivel del mar. El ciclo anteriormente descrito se repite constantemente, ya que la reducción de capas de hielo hace que la Tierra absorba más calor y se caliente más, debido a que el hielo refleja más radiación proveniente del sol en contraste con el océano, que es oscuro y absorbe el calor más rápido (Figura 2). Por ejemplo, para la región Caribe colombiana, el aumento en el nivel del mar se ha registrado en 2,3 mm/año, mientras que para la región Pacífico el aumento ha sido de 1,4 mm/año (IDEAM, 2017). Todo lo anterior genera grandes riesgos para la vida de las personas y los ecosistemas, como por ejemplo la pérdida acelerada de ecosistemas estratégicos, entre ellos los páramos, tal como se aprecia en la Figura 7.

Figura 5. Meta de reducción unilateral e incondicionada de GEI en Colombia. Plantea una reducción del 20% de las proyecciones para el año 2030



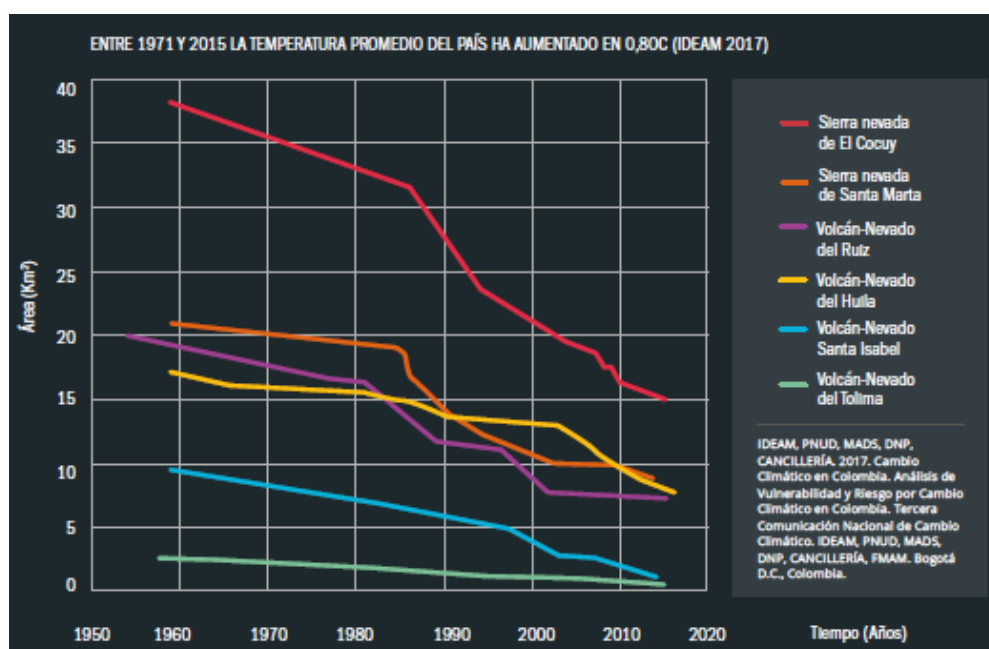
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/iNDC_espanol.pdf.

Figura 6. Resultados reportados en el sistema de monitoreo de la deforestación en Colombia, 2017.



Fuente: IDEAM (2018). <http://smbyc.ideam.gov.co/MonitoreoBC-WEB/pub/alertasDeforestacion.jsp?0.8255278370260181>.

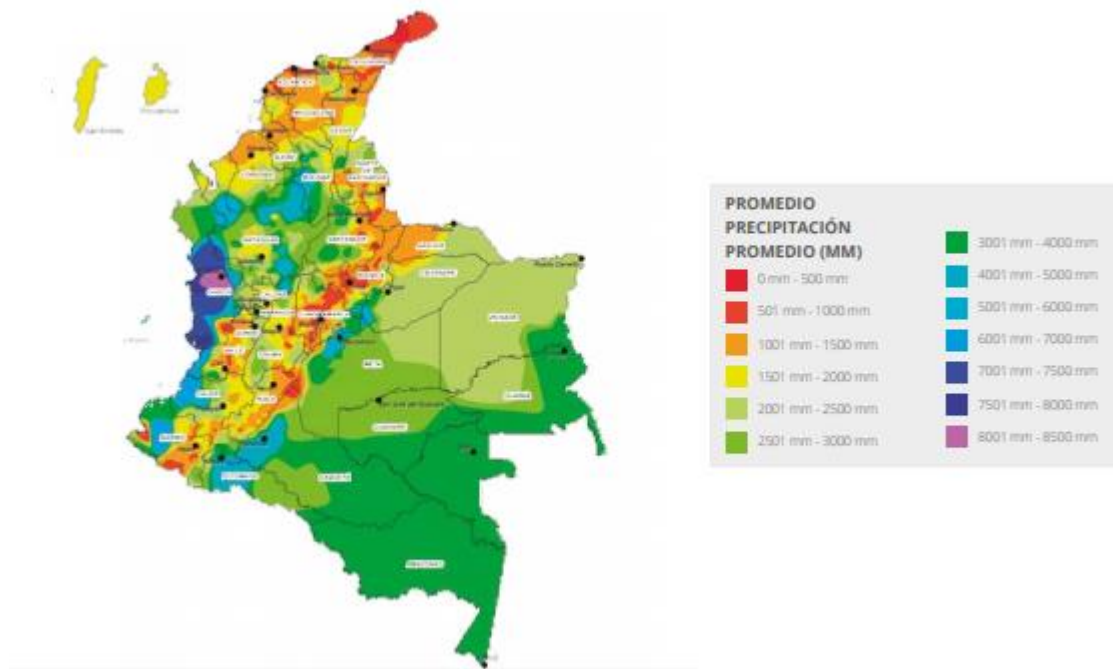
Figura 7. Pérdida de área en los páramos de Colombia desde 1950.



Fuente: IDEAM (2017).

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN_EJECUTIVO_TCNCCL_COLOMBIA.pdf.

Figura 8. Precipitación promedio en Colombia.



Fuente: IDEAM (2017). <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>.

Por su parte, la precipitación promedio de Colombia se distribuye entre las regiones naturales, así: Caribe 1.324 mm/año; Pacífico 6.283 mm/año; Andina 2.616 mm/año; Orinoquía 2.618 mm/año, y Amazonía 3.454 mm/año (Figura 8; IDEAM, 2017). Se ha observado un incremento de precipitación a nivel nacional entre la década 1961-1970 hasta la década 2001-2010; el incremento fue de aproximadamente 24,1 mm de acuerdo a Benavides y Rocha (2012). Esta cifra equivale a una variación de 4,82 mm por década para el periodo 1961-2010, la cual aumentó a un valor de 7,05 mm por década para el periodo 1980-2011.

La migración de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y su relación con los vientos alisios del este modulan el comportamiento de la precipitación en Colombia durante el año. Sin embargo, existen otros fenómenos naturales y antrópicos que influyen en su dinámica, entre los cuales se encuentran el Chorro del Chocó, los Sistemas Convectivos de Mesoescala, las ondas del

este, el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) y el cambio climático, entre otros (Poveda, 2004). El departamento de Antioquia es altamente dependiente de eventos climáticos como ‘El niño’ y ‘La niña’, los cuales generan condiciones secas y húmedas considerables, respectivamente. ‘El niño’ causa una reducción de los caudales del 25% en promedio, mientras que ‘La niña’ los aumenta en un 45% (EPM, 2018).

1.3 Contexto Local

La precipitación en el departamento de Antioquia no es homogénea, en algunas zonas la precipitación puede ser muy intensa o puede escasear, sobre todo en temporada seca. A continuación, se presenta una breve descripción de los regímenes de lluvia para las diferentes subzonas hidrográficas.

Precipitación en las subzonas hidrográficas del Urabá antioqueño:

- Directos bajo Atrato entre río Sucio y la desembocadura del mar Caribe: precipitaciones entre 2.600 mm/año y 5.200 mm/año.
- Río Sucio (no hay datos).
- Directos Atrato entre río Bebaramá y Murrí: precipitaciones medias de 4.668 mm/año y 5.465 mm/año.
- Río Murrí: presenta precipitaciones entre 1.800 mm/año y 5.600 mm/año.
- Río Murindó-Directos al Atrato: precipitaciones medias de 4.668 mm/año y 5.465 mm/año.
- Alto Sinú-Urrá: 1.800 mm/año y 4.100 mm/año.
- Alto de San Jorge: 2.000 mm/año y 3.200 mm/año (EPM, 2018).
-

Precipitación subzonas hidrográficas parte alta del Urabá antioqueño: La precipitación en esta región es unimodal, presentando claramente una estación de lluvia importante entre mayo y noviembre, y una estación seca entre diciembre y abril.

- Río Mulatos y otros directos al Caribe: 1.600 mm/año y 2.800 mm/año.
- Río San Juan (Caribe-litoral): 1.500 mm/año y 2.000 mm/año (EPM, 2018).

Precipitación subzonas hidrográficas de río León: Esta subzona está conformada por las cuencas Chigorodó, Carepa y Apartadó; posee una precipitación entre los 2.400 mm/año y 5.300 mm/año, con mayores valores al sur de la subzona sobre el municipio de Mutatá, siendo uno de los lugares más lluviosos de Antioquia. Los menores valores de precipitación están sobre los municipios de Apartadó y Turbo (EPM, 2018).

Precipitación subzonas hidrográficas del río La Miel-Samaná: Esta subzona posee altas precipitaciones, las cuales superan los 5.000 mm/año sobre los municipios de Salamina y Norcasia (departamento de Caldas). Sobre esta subzona se encuentra el río Samaná sur (departamento de Antioquia), cuyas precipitaciones varían entre los 2.500 mm/año y 4.500 mm/año, con máximos en Argelia y mínimos al occidente de Nariño (EPM, 2018).

Precipitación en la subzona hidrográfica de Directos al Magdalena Medio entre ríos La Miel y Nare: Esta subzona presenta una precipitación promedio de 3.171 mm/año; ubicada entre los municipios San Francisco, Sonsón, Puerto Triunfo y Puerto Nare (EPM, 2018).

Precipitación en la subzona hidrográfica del río Nare: Esta subzona está conformada por la cuenca del río Negro, cuenca embalse y río Guatapé, cuenca del río Samaná norte, cuenca del río Nare y cuenca del río Nus. Es una de las subzonas que posee mayor oferta hídrica en el departamento de Antioquia. Por su ubicación estratégica, recibe precipitaciones que superan los 4.000 mm/año en algunos sectores, convirtiendo esta zona de Antioquia en una de las más húmedas del país (EPM, 2018).

Precipitación en las subzonas hidrográficas al nororiente de Antioquia: Al nororiente de Antioquia se ubican seis subzonas hidrográficas: río Bartolo y otros Directos al Magdalena Medio, río Cimitarra y otros Directos al Magdalena Medio, Bajo San Jorge-La Mojana, Directos al Cauca entre Puerto Valdivia y río Nechí, y Bajo Nechí y Directos al Bajo Nechí. La región presenta sus mayores valores de precipitación en los municipios de Valdivia, Zaragoza, Nechí y El Bagre, sobre el piedemonte de la cordillera de Los Andes, alcanzando magnitudes de 4.900 mm/año, mientras

que los menores valores se presentan al sur sobre los municipios de Maceo, Yolombó, Yalí y Puerto Berrío, donde la precipitación anual llega a ser de 2.200 mm/año (EPM, 2018).

Precipitación en las subzonas hidrográficas del río Frío y otros Directos al Cauca: Esta subzona está conformada por la cuenca del río Piedras, y la cuenca de los ríos Cauca, Arquía, Frío y Mulatos. Es una de las subzonas que posee menor oferta hídrica en el departamento de Antioquia; por su ubicación, recibe precipitación que oscila entre 2.200 mm/año y 2.600 mm/año (EPM, 2018).

Precipitación en la subzona hidrográfica del río Arma: Esta subzona posee valores de precipitación que van desde 2.100 mm/año a 3.400 mm/año al oriente de la cuenca, sobre los municipios de la Unión, Carmen de Viboral y Sonsón; las menores precipitaciones están sobre Abejorral, La Ceja, La Pintada y Santa Bárbara (EPM, 2018).

Precipitación en la subzona hidrográfica del río San Juan: Esta subzona acumula valores de precipitación que van desde 2.200 mm/año a 3.100 mm/año, donde los valores mayores se sitúan al occidente de la cuenca sobre los Farallones del Citará, teniendo una distribución relativamente uniforme a lo largo de la región (EPM, 2018).

Precipitación en las subzonas hidrográficas de Directos río Cauca entre río San Juan y Puerto Valdivia (SZH-2620): Esta subzona está conformada por la cuenca Directos al río Cauca-río Amagá y quebrada Sinifaná, cuenca Directos al río Cauca-río Aurra, cuenca Directos río Cauca-río San Andrés y río Espíritu Santo. Durante el año acumula valores de precipitación que van desde 1.100 mm/año hasta 4.900 mm/año, encontrándose las menores precipitaciones sobre los municipios de San Jerónimo, Sopetrán y Olaya, mientras que las mayores precipitaciones están sobre Briceño y Valdivia (EPM, 2018).

Precipitación en las subzonas hidrográficas de Directos río Cauca entre río San Juan y Puerto Valdivia (SZH-2621): Esta subzona está conformada por la cuenca Directos al río Cauca entre río San Juan y río Ituango, y la cuenca del río Ituango-Directos río Cauca. La mayor porción

de la región presenta precipitaciones inferiores a los 1.500 mm/año, con máximos al nororiente sobre el municipio de Ituango (EPM, 2018).

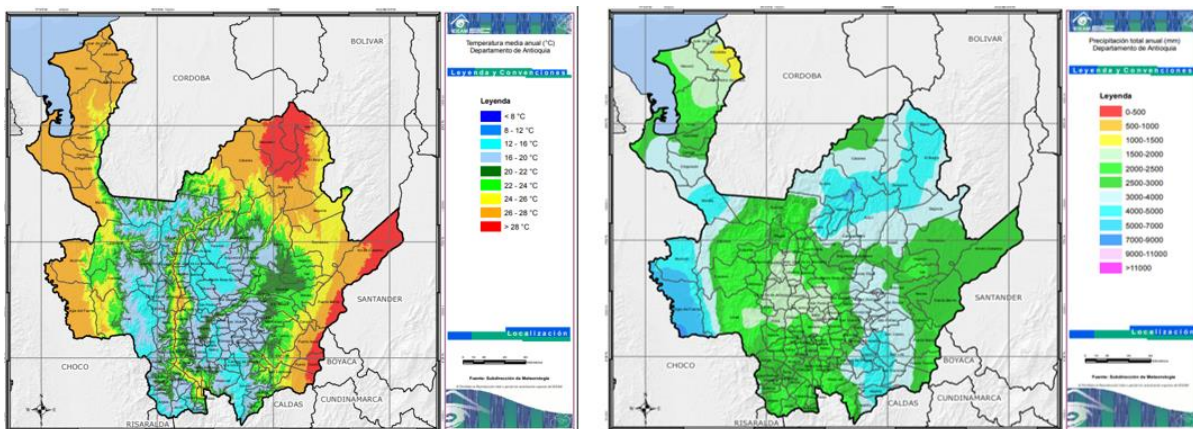
Precipitación en la subzona hidrográfica del río Tarazá - río Man: Esta subzona está conformada por la cuenca río Tarazá y otros Directos al río Cauca y cuenca río Man; posee valores de precipitación cuya distribución espacial varía desde 1.900 mm/año hasta 4.900 mm/año, con mayores valores al suroriente de la subzona entre los municipios de Valdivia y Tarazá (EPM, 2018).

Precipitación en la subzona hidrográfica del río Porce: Esta subzona está conformada por la cuenca río Aburrá, cuenca río Grande y río Chico, y la cuenca río Guadalupe y medio Porce; esta subzona acumula valores de precipitación anual que van desde 1.632 mm/año a 4.375 mm/año, presentándose mayores volúmenes en las partes central (Santo Domingo, Donmatías, Santa Rosa de Osos y Carolina del Príncipe) y nororiental (Amalfi, Remedios y Segovia) de la subzona. Los valores mínimos se ubican sobre el Valle de Aburrá (EPM, 2018).

Precipitación en la subzona hidrográfica Alto Nechí: En esta subzona se ubica la cuenca del Alto Nechí, y posee valores de precipitación media multianual entre 2.000 mm/año y 4.800 mm/año, siendo menores entre los municipios de Anorí, Cáceres y Tarazá, y mayores entre Santa Rosa de Osos, Carolina y Guadalupe (EPM, 2018).

Además, como se mencionó anteriormente, el departamento de Antioquia es altamente dependiente de eventos climáticos como ‘El niño’ y ‘La niña’.

Figura 9. Temperatura y precipitación promedio anual en Antioquia durante el periodo 1981-2010.



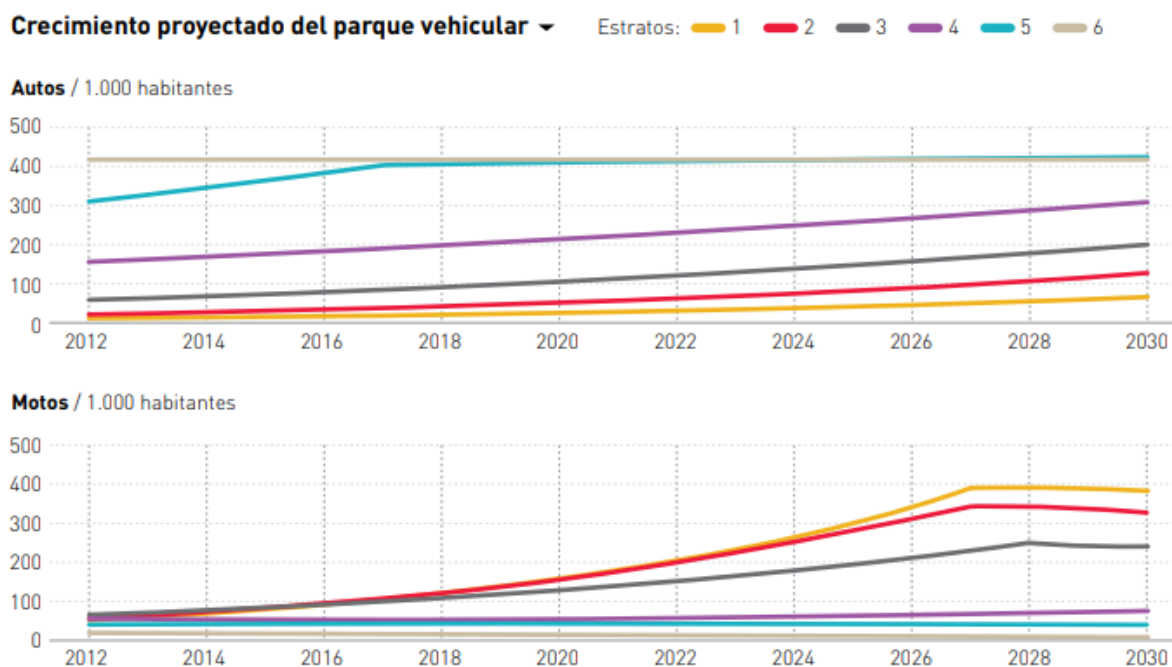
Fuente: atlas climatológico de Colombia, IDEAM. (2018). <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>.

Antioquia es uno de los departamentos con alto riesgo frente al cambio climático debido a que en esta región se presentan altas presiones, principalmente en el uso de la tierra, lo cual genera una alta deforestación. A pesar de que Antioquia es el departamento con mayores emisiones de GEI (aproximadamente 8,9% del total en Colombia), posee una mayor cantidad de absorciones totales del país (aproximadamente 13% del total). Tales absorciones se dan por plantaciones forestales: rendimiento y turnos de aprovechamiento, contenidos de carbono y densidad de la madera para 20 especies de plantaciones forestales comerciales y tierras de cultivo, contenidos de biomasa aérea y subterránea, densidades de siembra, contenidos de carbono de la biomasa aérea y sistemas silvopastoriles intensivos y 10 diferentes cultivos. Cabe resaltar que, dentro de la contabilidad de estas absorciones, no se incluyeron las absorciones del bosque natural permanente, debido a la ausencia de factores de absorción propios representativos para realizar las estimaciones en el país (IDEAM, 2017).

Parte de los aportes de GEI en el departamento de Antioquia se deben a las múltiples actividades industriales y de transporte que se realizan en la región. Ambas actividades arrojan a la atmósfera cantidades de contaminantes que podrían estar afectando desfavorablemente la calidad del aire que respiran los habitantes. En el caso del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), las concentraciones de material particulado (MP), como las partículas en suspensión total (PST) y las

partículas respirables (PM10 y PM2.5) se encuentran elevadas a niveles que exceden en 200-400% los límites de precaución definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). El MP no solo influye en la salud humana, también influye en el sistema climático, ya que aumenta el efecto invernadero, generando un incremento en la temperatura debido a que el MP absorbe la radiación solar e impide que la radiación emitida por la superficie terrestre se libere al espacio exterior. Este efecto se incrementa en los periodos de lluvia en el Valle de Aburrá, los cuales corresponden a febrero-marzo y septiembre-octubre. Para estos períodos, la cantidad de material particulado se intensifica generando medidas de contingencia como el pico y placa ambiental, debido a la suma de varios factores como: la poca radiación solar en esa época, la topografía del Valle de Aburrá que no permite un ascenso adecuado de los contaminantes, y la tendencia en aumento del parque automotor, lo cual genera más emisiones a la atmósfera (Figura 10; Bedoya & Martínez, 2009). Se proyecta que las concentraciones de CO₂ que aporta el parque automotor del AMVA aumenten aproximadamente en 168% para el año 2030 con respecto a las emisiones del 2012. Los mayores aumentos se darán en motos y automóviles, de los cuales se espera que haya un incremento de aproximadamente 233% y 145%, respectivamente para el 2022 (AMVA, 2018).

Figura 10. Crecimiento anual observado y proyectado de autos y motos para el Valle de Aburrá para el período 2012-2030.



Fuente: AMVA (2018). [https://www.envigado.gov.co/mega-plan-movilidad/SiteAssets/004_SECCIONES/DOCUMENTOS/2017/04/PRESENTACION%20de%20la%20Segunda%20y%20Tercera%20Comunicacion%20de%20Avances%20en%20la%20Implementacion%20de%20la%20Convencion%20de%20las%20Naciones%20Unidas%20sobre%20el%20Cambio%20Climatico%20\(CMNUCC\).pdf](https://www.envigado.gov.co/mega-plan-movilidad/SiteAssets/004_SECCIONES/DOCUMENTOS/2017/04/PRESENTACION%20de%20la%20Segunda%20y%20Tercera%20Comunicacion%20de%20Avances%20en%20la%20Implementacion%20de%20la%20Convencion%20de%20las%20Naciones%20Unidas%20sobre%20el%20Cambio%20Climatico%20(CMNUCC).pdf)

Si bien hay riesgos asociados al cambio climático que se han identificado de forma clara, existen riesgos no previstos con alta probabilidad de que no sean gestionados debido a contradicciones que se lograron identificar en la Segunda y Tercera CNCC. Estas comunicaciones son un compromiso adoptado por los países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), con el objeto de evidenciar sus avances en la implementación de la Convención (acciones de mitigación, adaptación, educación, entre otros); adicionalmente, son la principal fuente de información y conocimiento técnico para apoyar la toma de decisiones de las instituciones, los sectores, las regiones y otros interesados a nivel nacional, sobre los potenciales efectos del cambio climático, principalmente con respecto a la temperatura y precipitación y sus efectos socioeconómicos. En Colombia, estas comunicaciones son desarrolladas por el IDEAM. A continuación, se resaltan las principales contradicciones identificadas entre la Segunda y la Tercera CNCC:

- En la Segunda Comunicación se presentan proyecciones de cambio climático para tres periodos: 2011-2040, 2041-2070, y 2071-2100, donde se evidencia que los aumentos más significativos de la temperatura media se esperan en las regiones Caribe y Andina, especialmente en Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Huila y Tolima. Si se compara lo anterior con los resultados de la Tercera Comunicación sobre las proyecciones del periodo 2011-2040, los aumentos más significativos de temperatura no se proyectan en ninguno de estos departamentos señalados por la Segunda Comunicación, lo cual genera incertidumbre para la toma de decisiones.
- Con respecto a la precipitación, en la Segunda Comunicación se evidencia que las reducciones más significativas se proyectan para las regiones Andina y Caribe (Sucre, Córdoba, Bolívar, Magdalena, Atlántico) y, en general, para Huila, Putumayo, Nariño, Cauca, Tolima, Córdoba, Bolívar y Risaralda. Por su parte, en la Tercera Comunicación se reporta que los departamentos de Cundinamarca, Tolima, Nariño, Cauca, Huila, Risaralda y Caldas son los que podrían presentar mayores precipitaciones a consecuencia del cambio climático.
- Similar a lo anterior, para la Segunda Comunicación, se encuentra que el aumento más significativo para precipitación se proyecta en Vaupés, Chocó, Guainía, Amazonas, San Andrés, y Vichada; en la Tercera Comunicación, en cambio, se evidencia que las menores precipitaciones se proyectan para San Andrés y Amazonas. En este sentido, existe una discrepancia entre lo que se proyecta para San Andrés a partir de las dos últimas CNCC.
- El IDEAM, en su Segunda Comunicación, hace una proyección de cómo se espera que sea la vulnerabilidad en el periodo comprendido entre 2011 y 2040 para Colombia; sin embargo, al compararlo con la Tercera Comunicación, se resaltan contradicciones en los resultados. Particularmente, en la Segunda Comunicación se indica baja vulnerabilidad en la región Amazonia y alta vulnerabilidad para las regiones Caribe y Andina; por el contrario, en la Tercera Comunicación se evidencia una alta vulnerabilidad para las regiones Amazónica, Pacífica y Andina.

Indiscutiblemente, hay una alta incertidumbre sobre la recolección de evidencia y análisis de las proyecciones nacionales acerca del cambio climático en Colombia, lo que genera aún mayores incertidumbres y vulnerabilidades al momento de tomar decisiones frente a posibles riesgos asociados a este fenómeno global.

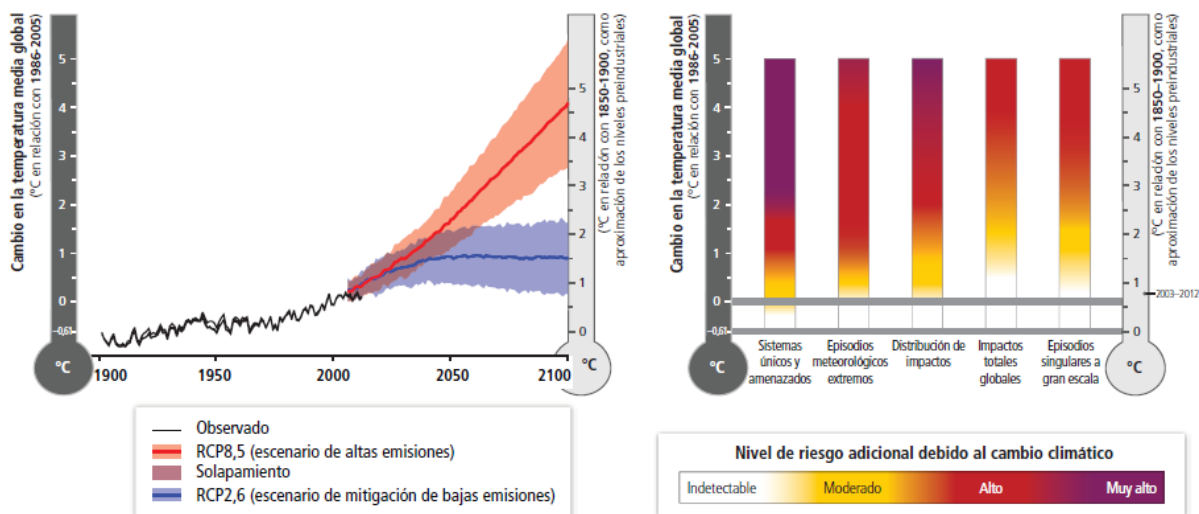
2. Posible evolución

Responder a los riesgos asociados al clima implica tomar decisiones en un mundo cambiante, con una incertidumbre constante acerca de la gravedad y el momento en que se sentirán los impactos del cambio climático, y con límites en la eficacia de la adaptación.

Partiendo del estado actual, no se puede afirmar a ciencia cierta cuáles serían las zonas con mayor probabilidad de afectación y riesgos generados por el cambio climático en Antioquia. No obstante, se puede concluir cuáles son los posibles eventos y consecuencias generales a las que puede conllevar el cambio climático, y tener en cuenta que en lo que sí se tiene certeza tanto a nivel internacional como nacional y regional, es que la temperatura promedio del planeta va a aumentar. Según estudios para el caso específico de Colombia, se espera un aumento en la temperatura de 0,9°C para 2040, de 1,6°C para el 2070 y de 2,14°C para el 2100; asimismo, se estima para el año 2040 un ascenso en el nivel del mar para los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba, entre 4,4 mm/año y 4,5 mm/año; para Antioquia de 2,6 mm/año; para Valle del Cauca, Cauca, y Nariño de 1,5 mm/año, y para el Chocó de 1,9 mm/año (IDEAM, 2017).

El calentamiento global registrado en las últimas décadas y proyectado para las décadas que siguen, incrementa la probabilidad de impactos graves e irreversibles. Por ejemplo, un incremento de las temperaturas globales por encima de 1°C o 2°C respecto a los niveles pre-industriales puede generar impactos negativos, tanto en el sistema climático, como en los sectores productivos, ecosistemas, y sistemas sociales, tal como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Comparación de dos escenarios para proyecciones futuras y perspectiva global sobre los riesgos asociados a diferentes umbrales de calentamiento respecto a las temperaturas pre-industriales.



Fuente: IPCC (2014).

http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf.

La Figura 11 representa la perspectiva global sobre los riesgos adicionales asociados al clima para niveles crecientes de calentamiento global; por ejemplo, para los sistemas únicos y amenazados, un calentamiento por encima de 2°C respecto a temperaturas pre-industriales implicaría graves consecuencias para las especies que cuentan con una capacidad adaptativa limitada (e.g., los arrecifes de coral y el bosque seco tropical), y en el caso de los episodios meteorológicos extremos (e.g., olas de calor, fuertes precipitaciones e inundaciones costeras), se presentan altos riesgos al producirse un calentamiento de 1°C por encima de las temperaturas pre-industriales. La distribución de los impactos hace referencia a la forma en cómo se distribuyen los riesgos de forma dispar entre diferentes regiones y grupos de personas. Los riesgos son generalmente mayores para las personas y comunidades desfavorecidas; esta brecha social podría aumentar mucho con un calentamiento por encima de 2°C respecto a temperaturas pre-industriales. Los impactos totales globales reflejan los impactos en la biodiversidad de la Tierra y en la economía global: un calentamiento por encima de 3°C implicaría una amplia pérdida de biodiversidad, con destrucción conexas de bienes y servicios ecosistémicos. Por último, los episodios singulares a gran escala se refieren al riesgo de sufrir cambios abruptos o irreversibles;

un calentamiento por encima de 3°C respecto a temperaturas pre-industriales implicaría altos riesgos.

En general, se ha encontrado que una alteración de los regímenes de lluvia y un aumento en la temperatura global de la superficie terrestre puede traer las siguientes consecuencias para los sistemas humanos y naturales:

- *En las regiones en que haya aumentos de temperatura:*
 - Retroceso de páramos, que aportan agua a gran cantidad de acueductos.
 - Derretimiento acelerado de nevados y glaciares.
 - Mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos.
 - Reducción en la productividad agropecuaria.
 - Mayor incidencia de olas de calor, especialmente en áreas urbanas.
 - Disminución de la productividad de los suelos agrícolas.
 - Incremento en procesos de desertificación.
 - Pérdida de fuentes y cuerpos de agua.
 - Aumento de enfermedades transmitidas por vectores, principalmente en regiones tropicales.
 - Pérdida de biodiversidad por dificultad de adaptación a altas temperaturas.

- *En las regiones donde haya menores precipitaciones y cambios en el uso del suelo:*
 - Aceleración e intensificación de procesos de desertificación.
 - Pérdida de fuentes y cursos de agua.
 - Impactos en la salud, la producción agropecuaria y forestal, la economía, y la competitividad regional.

- *En las regiones donde haya mayores precipitaciones y cambios en el uso del suelo:*
 - Incremento de inundaciones y deslizamientos de tierra en zonas urbanas y rurales.
 - Afectación de acueductos veredales.
 - Daño de la infraestructura vial, especialmente en áreas de montaña.

- *En las regiones donde haya ascenso del nivel del mar:*
 - Riesgo de muerte o lesión.
 - Problemas de salud por la proliferación de vectores transmisores de enfermedades.
 - Desorganización de los medios de subsistencia en zonas costeras bajas.
 - Desplazamiento forzado por mayor área inundada.
 - Operaciones portuarias marítimas por marejadas, tormentas y vendavales.

En Antioquia se encuentran seis complejos de páramos, tres localizados en la Cordillera Occidental (Farallones de Citará, Frontino-Urrao y Paramillo) y tres en la Cordillera Central (Complejo Belmira, Valle de Aburrá y Sonsón). El área de páramos en Antioquia alcanza una extensión cercana a 28.000 ha, lo cual representa el 0,4% de la superficie del departamento (Contraloría General de Antioquia, 2017); estos pueden presentar un retroceso y una reducción de área como consecuencia del aumento en la temperatura, generando posibles riesgos en cuanto al abastecimiento de agua en el departamento.

La productividad de los cultivos de arroz, banano, café, caña de azúcar, maíz, papa, yuca, zanahoria, flores, frijol, cacao, banano y plátano presentes en el departamento se puede ver afectada por los cambios en la temperatura y la precipitación. Según Ramírez et al. (2012) se esperan cambios en la fenología de los cultivos en las tierras bajas, cambios en la distribución de plagas y enfermedades, cambios en el nicho climático del café y posibles (aunque no graves) disminuciones en los rendimientos de la caña de azúcar. La poca información que se tiene sobre otros cultivos diferentes al café o la caña de azúcar impide que se conozca la posible evolución que tendrán estos cultivos bajo diferentes escenarios de cambio climático. Por otro lado, una mayor incidencia de olas de calor afectaría principalmente a las áreas urbanas que están densamente pobladas, como el AMVA, Apartadó, Turbo, Rionegro, Caucasia, Chigorodó, Necoclí, Carepa, El Bagre, Puerto Berrío, Tarazá, entre otros.

Adaptación

Una primera medida de adaptación al cambio climático futuro consiste en reducir la vulnerabilidad y exposición de zonas críticas, implementando sistemas de alertas tempranas, gestión integrada de los recursos hídricos para la protección de las microcuencas de abastecimiento, desarrollo de nuevas variedades de cultivos más adaptadas al cambio climático para incrementar la producción de alimentos y la seguridad y soberanía alimentaria, reforestación y preservación de bosques que sirvan como sumideros del CO₂, diseño e implementación de arreglos institucionales adecuados para la adaptación al cambio climático, e implementación de tecnologías con el fin de transformar los sectores de energía, transporte, usos del suelo e industria.

En este sentido, algunas de las acciones que se han implementado hasta el momento para adaptarse a las consecuencias del cambio climático en Colombia son:

- En el país, la agenda de políticas públicas cuyo objeto es enfrentar el cambio climático ha avanzado en cuatro pilares: (1) el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático; (2) la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono; (3) la Estrategia Nacional para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal en los Países en Desarrollo, así como la Función de la Conservación, la Gestión Sostenible de los Bosques y el Aumento de las Reservas Forestales de Carbono en los Países en Desarrollo, y (4) la Estrategia de Protección Financiera ante Desastres (CONPES 3700, 2011).
- Colombia es un referente a nivel regional porque estableció un programa piloto de adaptación para hacer frente a los cambios en la transmisión y exposición de la malaria (Poveda et al., 2011).

Para la región del Urabá antioqueño se tiene un alto nivel de riesgo al cambio climático, siendo este más severo en las regiones donde se concentra la mayor parte de las actividades productivas y la deforestación. Al hacer un análisis comparativo de los 19 municipios de esta región, se concluyó que Turbo y Carepa están en mayor riesgo climático, seguidos por San Juan de Urabá, Chigorodó, Apartadó, Cañasgordas, Giraldo, Murindó y Vigía del Fuerte. Los municipios de las

regiones centro-sur y norte son los de menor riesgo, sin que ello signifique que este sea inexistente y que nada se deba hacer.

Las estrategias y proyectos que se tienen de adaptabilidad debido al cambio climático en el Urabá antioqueño, teniendo en cuenta que los efectos más significativos son los procesos erosivos, inundaciones y aumento del nivel del mar y para las que, sin lugar a duda es de suma importancia el apoyo financiero y de gestión efectiva para realizar las inversiones necesarias hacia el desarrollo compatible con el clima, son las siguientes (Martínez et. al., 2017):

- Educación y comunicación donde se plantean proyectos como: innovación de cambio climático, turismo Sostenible, fortalecimiento de Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA), y fortalecimiento del Centro de Investigación Tulenapa.
- Implementar sistemas de captación, manejo y almacenamiento de aguas lluvias, por ejemplo, jardines de agua lluvia, bio-infiltración o zanjas vegetales y pavimento permeable para infiltrar la mayor cantidad de agua de esorrentía.
- Barreras de protección a través de manejo de ecosistemas costeros, por ejemplo, plantación de manglar.
- Planificación del aprovechamiento del material de dragado de acuerdo a los lineamientos del Plan Nacional de Dragados. Por ejemplo, en rellenos de playas en caso de que el material cumpla especificaciones establecidas por el Plan.
- Plan de Ordenamiento Territorial Climático.
- Proyectos de Agricultura, Ganadería y Seguridad Alimentaria como: ganadería silvopastoril, cultivos de plátano y banano resilientes y productivos, plan de adaptación para el cultivo de café, e innovación de biorefinería de aceite de palma, compatible con el medio ambiente.
- Proyectos para los ecosistemas y biodiversidad: deforestación cero, programa de reforestación, restauración y enriquecimiento de bosques, conservación de humedales y páramos, delimitación, declaración y plan de manejo de siete áreas protegidas regionales, Plan Regional de Conservación y Restauración de Bosques bajo el Esquema BanCO2, Sistema Regional de Información y Monitoreo Ambiental y Climático.

- Gestión del agua: Línea base de los efectos del cambio climático sobre las aguas subterráneas del golfo de Urabá, legalización de acueductos veredales, estrategias de adaptación al cambio climático de la Unidad Ambiental Costera Darién Caribe, ahorro de agua, y sistema de monitoreo oceanográfico.
- Proyectos de infraestructura compatible con el clima: Programa de vías adaptadas, aeropuerto verde de Carepa, protocolo de puertos sostenibles, y programa de incentivo de uso de bicicletas y bici-taxis.
- Entornos resilientes: Municipios compatibles con el clima, basuras cero, programa de salud pública, y programa de barrios costeros adaptados al cambio climático.
- Nuevas economías incluyentes: Parque E sede Urabá, capacidades para emprendimientos sostenibles e incluyentes, programa de aceleración de bionegocios innovadores, alternativas productivas para la población pesquera, Proyecto de Cacao Compatible con el Clima "Urabá Se Siente", y planificación turística con enfoque ambiental.
- Proyectos para garantizar los medios de subsistencia en zonas costeras a corto, mediano y largo plazo; por ejemplo, en febrero de 2017 se creó el proyecto 'Lineamientos prioritarios para la formulación de un Ordenamiento Pesquero del Golfo de Urabá (LOPEGU)', debido a las condiciones sociales, biológicas y ambientales actuales del Golfo, que evidencian el deterioro histórico de los manglares y de otros ecosistemas costeros estratégicos por procesos naturales e intervenciones antrópicas.
- Diseño de áreas marinas protegidas que sean resistentes al cambio climático como una estrategia de adaptación clave en ambientes costeros y marinos (McLeod et al., 2009). Antioquia cuenta con un Distrito de Manejo Integrado "Ensenada de Rionegro, los Bajos Aledaños, las Ciénagas de Marimonda y el Salado", que incluyen 5.142 ha de áreas marinas protegidas. Actualmente, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) se encuentra realizando los estudios correspondientes para incluir una zona de áreas marinas protegidas de mayor extensión denominada Darién, la cual garantizará la conexión con otras áreas marinas protegidas existentes (Alonso et al., 2008).

Asimismo, el Oriente antioqueño posee el Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima (Zapata et al., 2017), cuyo objetivo es la generación de un modelo de desarrollo

sostenible, el cual tenga en cuenta las características propias de la región, su diversidad, la población existente y proyectada, la alta productividad de los suelos y una institucionalidad que fomente la producción más limpia y esquemas de pagos por servicios ambientales; dicho plan está compuesto por:

- Preparación de sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales ante un panorama de clima cambiante.
- Uso intersectorial eficiente del recurso hídrico.
- Áreas protegidas y estrategias de conservación resilientes.
- Compensación y pago por servicios ambientales.
- Uso de energías alternativas en la zona rural y en los sectores productivos.
- Uso de energías alternativas en el parque automotor.
- Uso de la bicicleta como estrategia para reducir las emisiones de GEI.
- Rutas turísticas sostenibles.
- Alianzas para la transformación del clúster de transporte, industria y logística hacia el crecimiento verde.
- Consumo responsable como promotor de una producción sostenible.
- Aprovechamiento integral de residuos sólidos.
- Gestión empresarial integral de la huella de carbono y su contribución a la contribución nacional diferenciada (NDC).
- POT climáticamente inteligentes comprometidos con el crecimiento verde.
- Mejoramiento de entornos municipales ante un panorama de clima cambiante.
- Acuerdos interinstitucionales para la inclusión de infraestructura resiliente.
- Municipios saludables comprometidos frente al cambio climático.
- Producción agroecológica y economía campesina adaptada al cambio climático.
- Reconversión de la ganadería de la región mediante prácticas adecuadas a las realidades y necesidades locales.
- Acuerdos de crecimiento verde con sectores agropecuarios.
- Fortalecimiento de la producción, la comercialización y el consumo local.

- Investigación de nuevos productos y procesos que fortalezcan las economías a pequeña y mediana escala.
- Observatorio regional de crecimiento verde y desarrollo compatible con el clima del Oriente antioqueño.
- Educación itinerante de cambio climático y crecimiento verde.

Por su parte, el Plan Regional para el Cambio Climático (Corantioquia, 2018) se estructuró en tres ejes temáticos: 1) Hábitat natural y ruralidad, 2) Educación y participación social y, 3) Desarrollo urbano, con ocho líneas estratégicas y 21 programas de adaptación a y/o mitigación del cambio climático:

- Hábitat natural y ruralidad:
 1. Regulación de recursos hídricos para el sostenimiento de los ecosistemas.
 2. Gestión integral del recurso hídrico.
 3. Biodiversidad y servicios ecosistémicos.
 4. Hábitat humano.
 5. Producción agrícola resiliente y baja en emisiones GEI.
 6. Conservación, protección y regulación de ecosistemas.
- Educación y participación social:
 7. Comunicación y divulgación en cambio climático para la toma de decisiones.
 8. Participación comunitaria para el desarrollo humano y sostenible en contextos de cambio climático.
 9. Educación ambiental para tomadores de decisiones y comunidades frente al cambio climático.
 10. Educación de las comunidades étnicas en cambio climático.
 11. Formación tecnológica, profesional y/o especializaciones sobre cambio climático.
 12. Apoyo a la investigación para la construcción colectiva del conocimiento en cambio climático.
- Desarrollo urbano:
 13. Acciones para la reducción del riesgo frente al cambio climático.

14. Gestión del conocimiento del riesgo en el territorio frente al cambio climático.
15. Preparación para el manejo del riesgo frente a los cambios en variabilidad climática.
16. Transición y eficiencia energética para el desarrollo sostenible.
17. Transporte bajo en carbono.
18. Infraestructura preparada para el cambio climático.
19. Gestión integral de residuos sólidos y líquidos.
20. Vivienda adaptada al cambio climático.
21. Eficiencia energética en viviendas.

La Ley 1931 de 2018 define los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT) como los instrumentos a través de los cuales las entidades territoriales y autoridades ambientales regionales identifican, evalúan, priorizan, y definen medidas y acciones de adaptación y de mitigación de emisiones de GEI, para ser implementados en el territorio para el cual han sido formulados (MADS, s.f). A escala subregional, Antioquia cuenta con 3 PIGCCT.

Sin lugar a dudas, es de suma importancia un apoyo financiero adecuado y una gestión efectiva para realizar las inversiones e implementar las acciones que sean necesarias en materia de adaptación y que nos permitan un desarrollo económico compatible con el clima.

Referencias

- Alonso, D., Ramírez, L. F., Segura-Quintero, C., Castillo-Torres, P., Walschburger, T. & Arango, N. (2008). Hacia la construcción de un Subsistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques nacionales Naturales –UAESPNN y The Nature Conservancy –TNC. Santa Marta, Colombia.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA. (2018). El Metropolitano del Valle de Aburrá. Número 27 - septiembre 2018.
- Bedoya, J., & Martínez, E. (2009). Calidad del aire en el valle de Aburrá Antioquia-Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n158/a01v76n158.pdf>.
- Benavides, H. O., & Rocha, C. E. (2012). Indicadores que manifiestan cambios en el sistema climático de Colombia (Años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas). Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Indicadores+de+cambio+climatico+en+el+pa%C3%ADs.pdf/5ac540b8-e3f7-4076-91fe-d876f31101f9>.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación. (2011). CONPES 3700. Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.
- Contraloría General de Antioquia. (2017). Declaratoria para proteger los páramos en Antioquia. Recuperado de: <http://www.cga.gov.co/doctrinaFiscal/Informes%20y%20comunicados/Declaratoria%20Paramos.pdf>.
- Corantioquia, Gobernación de Antioquia, TdeA. (2018). Plan Regional para el Cambio Climático en la Jurisdicción de Corantioquia, Medellín, Colombia.
- EPM. (2018). Antioquia un Territorio para Proteger-Actualización y monitoreo del estado del recurso hídrico.
- Fearnside, P.M., & Pueyo, S. (2012). Greenhouse-gas emissions from tropical dams. *Nature Climate Change*, 2(6), 382-384.

- IDEAM. (2010). Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá D.C., Colombia.
- IDEAM. (2016). Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá D.C., Colombia.
- IDEAM. (2017). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá D.C., Colombia.
- IDEAM. (2018). Atlas climatológico de Colombia. Recuperado de: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>.
- IDEAM. (2018). Sistema de monitoreo de bosques y carbono. Boletín No. 15. Recuperado de: <http://smbyc.ideam.gov.co/MonitoreoBC-WEB/reg/indexLogOn.jsp>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. (2014). Climate change 2014: Synthesis report: Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Martínez, C., Arbeláez, M., Gutiérrez, A., Lacoste, M., & Velásquez, J. (2017). Plan Clima y Paz 2040: Urabá antioqueño, Nutibara y Urrao.
- McLeod, E., Salm, R., Green, A., & Almany, J. (2009). Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(7), 362-370.
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (s.f). Aproximación a territorio: Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Territoriales – PIGCCT. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-territorial-de-cambio-climatico/aproximacion-a-territorio-planes-territoriales-de-cambio-climatico#planes-formulados-a-la-fecha>.
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (s.f). Contribución prevista y determinada a nivel nacional iNDC. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/iNDC_espanol.pdf.
- Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 28(107), 201–222. http://www.academia.edu/27893372/LA_HIDROCLIMATOLOG%C3%8DA_DE_COL

OMBIA_UNA_S% C3% 8DNTESTIS_DESDE_LA_ESCALA_INTER-
DECADAL_HASTA_LA_ESCALA_DIURNA_por_CIENCIAS_DE_LA_TIERRA.

- Poveda, G., Ó.A. Estrada-Restrepo, J.E. Morales, Ó.O. Hernández, A. Galeano, & S. Osorio, (2011). Integrating knowledge and management regarding the climate malaria linkages in Colombia. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(6), 449-460.
- Ramírez-Villegas, J., Salazar, M., Jarvis, A., & Navarro-Racines, C. E. (2012). A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: Perspectives towards 2050. *Climatic Change*, 115(3-4), 611-628. doi:10.1007/s10584-012-0500-y
- Song, C., Gardner, K. H., Klein, S. J. W., Souza, S. P., & Mo, W. (2018). Cradle-to-grave greenhouse gas emissions from dams in the United States of America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 945-956. doi:10.1016/j.rser.2018.04.014.
- Zapata D., Barrera M., Gómez R. y L. Naranjo. (Eds.). 2017. Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima en el Oriente antioqueño. Alianza Clima y Desarrollo, Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare, Fundación Natura, WWF. 176 pp. Cali, Colombia.