

RESUMEN EJECUTIVO¹

1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

El país se ha caracterizado por contar con políticas ambientales e iniciativas de conservación, que incluyen desde la sociedad civil hasta la alta gestión pública, y que están fortalecidas por la Constitución Política, donde se establece la obligación del Estado de proteger las riquezas naturales de la Nación.

Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental (SINA) mediante la Ley 99 de 1993 se establecieron el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales. En este marco legal se establecieron los institutos de investigación necesarios para apoyar la formulación de políticas, normas y directrices en la materia.

Referente a cambio climático Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), mediante la Ley 164 de 1994 y aprobó el protocolo de Kyoto mediante Ley 629 de 2000. Posteriormente se designó al Ideam como la entidad coordinadora de la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, y se expidió el documento Conpes 3242 de 2003 sobre la “Estrategia Nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático”. Finalmente se ajustaron los mecanismos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan por MDL; y se creó el Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental.

Colombia tiene una extensión territorial de 2.070.408 km², incluidas las áreas terrestres (1.141.748 km²) y marinas (928.660 km²). Su área continental se divide en cinco las regiones naturales del Caribe, Pacífico, Amazonia, Orinoquia y Andes y en el área marina del Caribe se encuentra una región insular. El territorio está dividido político administrativamente en 32 departamentos, subdivididos en municipios.

La características fisiográficas del país son diversas y complejas, destacándose la cordillera de Los Andes con sus tres grandes divisiones -Cordillera Occidental, Central y Oriental- con génesis, edades y litologías propias, separadas entre ellas por los valles de los ríos Cauca y Magdalena y alturas máximas entre los 4.700 y los 5.400 msnm.

El país se localiza en la franja ecuatorial por lo que está bajo la influencia de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). Éste es un factor determinante en la distribución espacio-temporal de la precipitación, de la nubosidad y de otras variables climatológicas en Colombia. La localización al noroccidente de Suramérica propicia, igualmente, la influencia de los procesos que ocurren en los océanos Atlántico Tropical, el mar Caribe y el Pacífico Tropical.

La precipitación media anual en Colombia es de 3.000 mm con una evapotranspiración real de 1.180 mm y una escorrentía media anual de 1.830 mm (Ideam *et al.*, 2004). De ésta aproximadamente el 61% se convierte en escorrentía superficial, generando un caudal medio de 67.000 m³/seg, equivalente a un volumen anual de 2.084 km³ que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio continental, de la siguiente forma: 11% en la región Magdalena – Cauca, 5%; en la región del Caribe; 18% para la región del Pacífico; 34% por la región de la Amazonia y 32% por la región de la Orinoquia.

¹ Las fuentes o referencias citadas en este resumen técnico pueden ser consultadas en el documento principal, en la bibliografía de cada uno de los capítulos.

Con base en el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (Ideam *et al.*, 2007), el territorio está constituido por tres grandes biomas: Gran Bioma del Desierto Tropical, en el departamento de la Guajira; Gran Bioma del Bosque Seco Tropical, en la región Caribe, alto Magdalena y Valle del Cauca; y el Gran Bioma del Bosque Húmedo Tropical, que abarca el resto del territorio nacional continental. Cada uno de éstos posee sus respectivos tipos de biomas, ya sea zonobioma, orobioma o pedobioma. Dentro de los tres grandes biomas y los 32 tipos de biomas identificados, se presentan 311 ecosistemas continentales y costeros.

Del total nacional, el ecosistema continental con mayor área es el Bosque natural del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia-Orinoquia (29´388.782 ha), seguido por los Herbazales del peinobioma de la Amazonia-Orinoquia (6´972.311 ha), Bosques naturales del litobioma de la Amazonia-Orinoquia (6´545.016 ha), Bosques naturales del heliobioma de la Amazonia-Orinoquia (6´167.279 ha) y Bosques naturales del orobioma bajo de los Andes (5´188.863 ha).

Los cuatro ecosistemas marinos identificados están distribuidos a lo largo del litoral en los dos océanos, incluyendo los sistemas insulares, los cuales son: las lagunas costeras y los manglares, como ecosistemas costeros; y las praderas de pastos marinos y las áreas coralinas, como ecosistemas bénticos marinos (Ideam *et al.*, 2007).

Según proyecciones del DANE, la población en Colombia para el año 2008 era de 44.450.260 habitantes, siendo el segundo país más poblado de Suramérica y el cuarto de América. En la región Andina se asienta 75% de la población, mientras la región Caribe alberga 21%. Las siete ciudades más grandes del país poseen el 34% de la población, con una tasa de crecimiento demográfico más alta que la del resto del país.

La esperanza de vida al nacer se ha incrementado gradualmente entre 1985 y 2005, tanto en hombres como en mujeres, y la tasa de mortalidad infantil ha mostrado una tendencia a disminuir en este mismo periodo (DANE, 2007a). La fecundidad ha venido registrando una reducción de 27,5% en los últimos 20 años (DANE, 2007b).

La estructura poblacional se compone de: mestizos 51%, blancos 35%, negros 10,6% e indígenas 3,4% (DANE, 2005). Alrededor de 31 millones de hectáreas son de resguardos indígenas y 5,5 millones de territorios de comunidades negras.

En términos estructurales, el PIB está representado en gran parte por el sector servicios en el que se ha observado un crecimiento constante desde la década de los cincuenta, primordialmente por los servicios financieros y la ampliación en la cobertura de los servicios públicos. La representación de este sector en el PIB pasó de 27% en 1970 a 42% en 2003 (Cárdenas, 2007). En tal sentido, la participación de la producción primaria y manufacturera se han disminuido y estabilizado dentro de la estructura de generación de valor en Colombia (Ortiz *et al.*, 2009).

La producción de bienes primarios provenientes de la agricultura, silvicultura, caza y pesca han perdido su peso relativo dentro de la estructura del PIB de manera sostenida, mientras que la minería ha crecido sostenidamente durante las dos últimas décadas.

Después de presentarse en 1999 una variación anual negativa en 4,2%, el PIB inició una lenta recuperación desde el año 2000, presentando en el año 2001 el mismo valor del PIB registrado en 1998. En el año 2006 se presentó un crecimiento de 6,84% que evidencia una fase expansiva impulsada principalmente por las exportaciones (DNP, 2006).

De acuerdo con el DANE y el Banco de la República, la economía ha mostrado una recuperación de su PIB a partir del año 2000, pasando de \$89.968 millones de pesos (constantes de 1994) a \$121.924 de pesos en el año 2007; que corresponde a un incremento del PIB per cápita (en dólares a precios de 1994) de \$2.126 (2000) a USD \$2.566 (2007²). No obstante, el año 2009 se caracterizó por la disminución del crecimiento, luego de un importante periodo de expansión económica, haciendo de éste posiblemente el primer año de un ciclo de desaceleración ocasionado por la crisis económica mundial.

2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

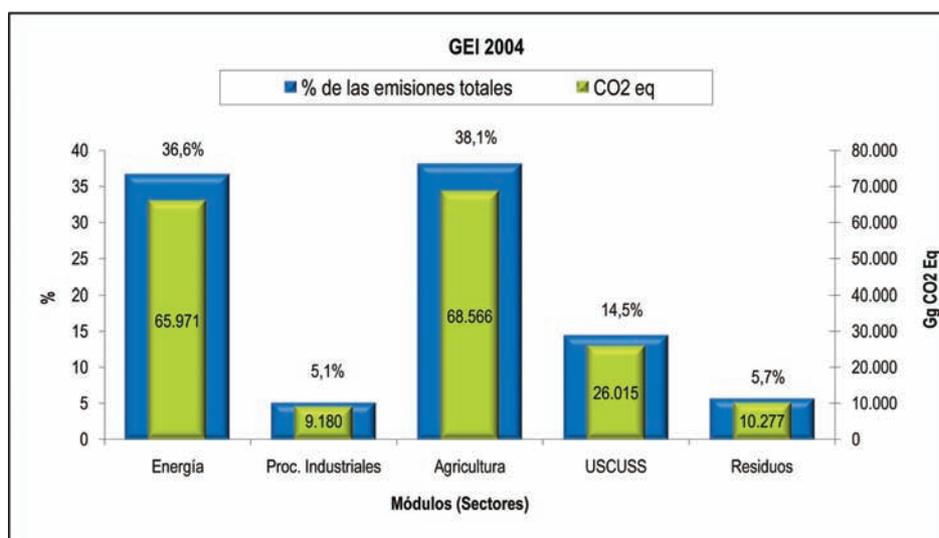
Colombia realizó el inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para los años 2000 y 2004 siguiendo las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio climático (IPCC) sobre las buenas prácticas y el manejo de la incertidumbre.

Los resultados de dicho inventario, determinan que el aporte de los GEI se compone de: dióxido de carbono (50%), metano (30%) y óxido nitroso (19%); quedando el 1% para el resto de gases que causan efecto de invernadero y no

están dentro del Protocolo de Montreal, como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (CFC) y halocarbonos y hexafluoruro de azufre (Ideam, 2008c).

En valores enteros, los sectores que más emisiones de GEI aportaron en el año 2004 fueron: Agricultura (38%); Energía (37%); y Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura –Uscuss– (14%). Seguidos por: Residuos sólidos (6%) y Procesos Industriales (5%). Al sumar las emisiones totales de los módulos de Agricultura con los de Uscuss, es evidente el aporte significativo que tiene el sector en general con alrededor del 50% de las emisiones totales en los años 2000 y 2004 (ver la figura 2.1).

Figura 2.1. Participación de cada módulo (sector) y emisión total de GEI año 2004



Fuente: Ideam, 2009.

En la Tabla 2.1 se puede observar con detalle, las actividades o categorías que más aportaron emisiones de GEI en unidades de CO₂ eq, en el año 2004 y que corresponde al 80% de los GEI emitidos.

Tabla 2.1. Principales módulos y categorías / actividades aportantes de GEI, año 2004

Módulos y categorías principales		% de CO ₂ eq.
Energía	Transporte	12,1
	Industrias de la energía	8,5
	Industrias manufactureras y de la construcción	7,3
Agricultura	Fermentación entérica	18,5
	Suelos Agrícolas	18,1
USCUS	Emisión de CO ₂ del Suelo	4,1
	Conversión de bosques y praderas	9,2
Residuos	Disposición de residuos sólidos en la tierra	5,0
Varios	Acumulado de los más representativos:	79,8%

Fuente: Ideam, 2009.

De acuerdo con el inventario de GEI para el año 2004, Colombia aporta el 0,37% (180.010 Gg) del total emitido en el mundo (49 gigatoneladas), y las emisiones individuales (per cápita) están por debajo del valor medio mundial y muy distante de los valores registrados para Europa, Asia Occidental y Norteamérica.

3. MITIGACIÓN

La mitigación está definida por el IPCC, como la intervención humana para reducir el forzamiento antropógeno del sistema climático, a través de estrategias encaminadas a reducir las fuentes y emisiones de GEI y a potenciar los sumideros. Aunque Colombia no tiene compromisos de reducción de emisiones y participa marginalmente en las emisiones de GEI (0,37% de las emisiones globales), ha desarrollado e implementado diferentes políticas que promueven el desarrollo sostenible asociado a bajas emisiones de dichos gases, reflejando así una evolución en materia de mitigación a nivel nacional.

3.1 POLÍTICAS Y PLANES DE CARÁCTER NACIONAL ASOCIADOS CON LA MITIGACIÓN

Las acciones de mitigación en el país las coordina el Grupo de Mitigación de Cambio Climático del MAVDT, como instancia institucional específica que concentra y articula las acciones emprendidas por diferentes sectores productivos. De acuerdo con lo establecido en los Lineamientos de Política de Cambio Climático y en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2002-2006 (DNP, 2002) que definió metas en términos de reducción de emisiones GEI, se estableció la Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales derivados de la mitigación de cambio climático (Conpes 3242), para impulsar una mayor participación del país en materia de MDL y estableció la generación del marco institucional necesario para que se desarrollen eficientemente las actividades de reducción de emisiones.

3.1.1 Planes Nacionales de Desarrollo (PND) 2002-2006 y 2006-2010

El PND 2002-2006 estableció diferentes acciones a implementar en relación a la mitigación del cambio climático; se destacan: a) desarrollo de un proyecto nacional de captura de GEI, cuya meta fue reducir 250.000 t de CO₂; b) apoyo a iniciativas sectoriales bajo el MDL y otros mecanismos, con el objeto de promover la participación en el mercado de carbono.

Con respecto al proyecto nacional de captura de GEI, actualmente está aprobado el primer proyecto forestal en Colombia que consiste en la reforestación de 15.000 ha, en el que se estima una reducción de cinco millones de toneladas de CO₂ eq por un periodo de 20 años (MAVDT, 2009).

Sectorialmente, la última meta mencionada estableció la reducción de 1.000.000 t de emisiones (CO₂ eq) para el sector energía; dos proyectos de transporte masivo menos contaminante, con reducciones de 800.000 t de CO₂ eq y un proyecto de aprovechamiento de metano por rellenos sanitarios, con 10.000 t de reducciones (CO₂ eq). En total, se definió que el país podría generar alrededor de 2.000.000 t en certificados de reducción de emisiones (CER), valoradas con un potencial mercado de carbono en USD \$8.000.000 de ingresos para el país (DNP, 2002).

En el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones, durante el periodo 2002–2006, fueron aprobados cuatro proyectos de energía con una reducción estimada de 233.000 t de CO₂ eq. En transporte fue aprobado un proyecto con un potencial de mitigación de 246.563 t al año de CO₂ eq. Los anteriores proyectos podrían generar alrededor de 872.655 certificados de emisiones e ingresos aproximados de US\$3 millones. Si se adiciona el proyecto forestal, se podrían generar alrededor de 1.123.000 t CO₂ eq en CER, con ingresos aproximados de US\$4,5 millones (MAVDT, 2009).

El plan 2006-2010 determinó la necesidad de apoyar al actual portafolio de proyectos MDL existentes para fortalecer la oferta de bienes y servicios ambientales y promover opciones de reducción de emisiones de GEI (DNP, 2008). Actualmente existen cinco proyectos que han emitido CER de 2007 a 2009, totalizando ingresos por USD\$55.800.000 (MAVDT, 2009). Esta estrategia contempla el diseño de herramientas que permitan superar barreras técnicas, comerciales, institucionales y financieras que limiten el desarrollo y formulación de estos proyectos.

Bajo el componente de conservación de la biodiversidad, el último PND propuso el desarrollo de un Conpes que defina y reglamente el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap), los instrumentos de sostenibilidad financiera, junto con la ampliación de 200.000 ha adicionales. Además, se establece la necesidad de desarrollar planes de ordenación y manejo de 2.000.000 ha de bosque natural (DNP, 2007).

Desde el 2006 se crearon las siguientes nuevas áreas protegidas: Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Churumbelos Auka-Wasi; PNN Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel; PNN Yaigoje-Apaporis y Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi-Ande. Con tales áreas, la meta fue superada.

3.1.2 Acuerdos de cooperación multilateral

Colombia ha ratificado alianzas estratégicas multilaterales como repuesta a la necesidad de reducir la concentración de GEI, priorizando el MDL como instrumento para la mitigación eficaz y el desarrollo sostenible de Colombia.

Dentro de los principales acuerdos de entendimiento se destacan: Fondo Prototipo del Carbono del Banco Mundial; Programa Latinoamericano del Carbono y Energías Limpias Alternativas de la Corporación Andina de Fomento (CAF); Memorando de Entendimiento entre el Gobierno de los Países Bajos y la República de Colombia (2002-2012); y Memorando de Entendimiento entre el Gobierno de Francia y la República de Colombia (2003-2012).

3.2 ESTRATEGIAS Y PLANES SECTORIALES

3.2.1 Sector energético

El sector energético cuenta con diferentes planes y programas que contribuyen con la reducción de emisiones GEI, tales como: el Plan Energético Nacional 2006-2025 (MME & UPME, 2006); programa Uso Racional de Energía – URE- y Fuentes No Convencionales de Energía (MME, 2001); programa Uso Racional y Eficiente de Energía y otras formas de Energía no Convencionales -PROURE- (MME, 2001 y 2003); subprogramas de Zonas No Interconectadas (IPSE, 2005); y Programa Metano al Mercado con *Environmental Protection Agency-USA-* y el MAVDT.

En el sector petrolero, Ecopetrol S.A. estructuró una estrategia para reducir emisiones de GEI, mediante la suscripción de un acuerdo de colaboración con el BID en 2008. Con tal gestión, se identificaron 38 iniciativas de mitigación en los procesos de producción, transporte y refinación con un potencial cercano a 2.000.000 t de CO₂ eq/año, enfocados hacia el aprovechamiento y uso de gas, la sustitución de combustibles, la generación de energía con tecnologías y/o combustibles menos intensivos en emisiones de GEI y la eficiencia energética.

En la investigación realizada sobre potenciales de reducción de emisiones en el sector energético, la Universidad de los Andes (Cadena *et al.*, 2008), se identificó que el cambio de combustibles de carbón por gas en el sector industrial en un horizonte de 20 años, es la medida que posee mayor potencial de reducción de emisiones de GEI, aunque su costo sea alto, US\$ 35 t/CO₂. Con la introducción de calderas más eficientes se tiene un potencial de reducción importante (37,6 Mt CO₂) a un costo de US\$ 3,6 t/CO₂ y los ahorros generados por la reducción de la sobre oferta de buses urbanos tiene un potencial de reducción estimado en 32,4 Mt de CO₂.

3.2.2 Sector transporte

Actualmente están en operación o construcción ocho Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) en Bogotá D.C., Soacha, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Medellín (Valle de Aburrá) y Pereira (Dos Quebradas) con un potencial promedio de reducción de emisiones de GEI anual cercano a 810.726 t de CO₂ eq³.

De acuerdo con el informe de monitoreo de las fases II y IV del sistema Transmilenio de Bogotá, se generaron reducciones de GEI de 128.905 t CO₂ eq, durante el periodo 2006 y 2007. Lo anterior redundó en mayor eficiencia de consumo de combustible, con 6,1 km/galón en promedio para estos años.

En términos del uso del gas natural como alternativa para una movilidad limpia, el Ministerio de Minas y Energía (MME), junto con la UPME (2002), evidenciaron la pertinencia de utilizar dicho combustible en el sector transporte, dadas las reservas probadas de gas natural.

El uso de combustibles limpios determinado por la Resolución 180158 de 2007 del MME, de conformidad con lo cosagrado en la Ley 1083 de 2006, estableció que a partir del primero de enero de 2010, las empresas prestadoras del servicio de transporte público de pasajeros que operen en áreas urbanas, utilicen vehículos que funcionen con combustibles limpios como hidrógeno, alcohol carburante, gas natural, gas licuado de petróleo, biodiesel, diesel menor de 50 ppm de azufre, gasolina reformulada y energía eléctrica.

Por otra parte el gobierno colombiano a través del MAVDT, promocionó el uso del carro eléctrico en el país y estableció la exención de arancel de importación actual del (35%). En 2010 el comité de Asuntos Aduaneros y Arancelarios (AAA) aprobó por iniciativa del MAVDT la iniciativa de que este arancel pase de 35% a 0% y se espera que la medida entre a regir en este año, una vez se expida el Decreto respectivo.

3.2.3 Sector industrial

Según la encuesta de opinión industrial conjunta⁴ realizada por la ANDI⁵ (2009), la percepción empresarial frente al cambio climático muestra un alto nivel de preocupación sobre el tema, reflejado en que 69,7% de los empresarios colombianos consideran que su negocio se verá afectado por este fenómeno.

Dentro de las medidas que tomarán los empresarios en los próximos cinco años para mitigar el cambio climático, se destacan: la eficiencia energética (80,3%), con la educación y sensibilización del personal de sus empresas (78,4%). Por otra parte, un 47,4% efectuarán cambios en sus procesos productivos y un 29,1% en sus productos;

³ MAVDT, Portafolio colombiano de proyectos MDL, octubre de 2009.

⁴ Esta encuesta incluyó por primera vez un módulo especial sobre el tema del cambio climático y su impacto sobre la industria colombiana.

⁵ Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.

mientras tanto, un 38% proyecta extender las exigencias a su cadena de suministro, 24,9% aportará para la protección de los ecosistemas y 24,4% planea tomar acciones concretas para neutralizar las emisiones de carbono.

3.2.4 Sector uso del suelo, cambio de uso y silvicultura (Uscuss)

El gobierno nacional ha diseñado en materia forestal unos instrumentos de política que involucran indirectamente medidas de mitigación como la Política de Bosques (DNP, 1996), el Plan Verde (DNP & MMA, 1998) y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (DNP *et al.*, 2000).

Se estableció un plan de trabajo en mitigación del sector forestal, fundamentado en el propósito de fortalecer la generación y reconocimiento del servicio ambiental que prestan los bosques en la remoción de CO₂, cuyas acciones plantean: 1) determinar áreas con potencial para la ejecución de proyectos forestales de mitigación, con base en la definición de bosque en el marco del MDL (MAVDT & Ideam, 2005); 2) establecer principios, requisitos y criterios para la aprobación de proyectos forestales MDL; 3) formulación preliminar del proyecto forestal nacional MDL, con un potencial aproximado de reducción de emisiones de 26.000.000⁶ t de CO₂eq en 25 años.

Durante el periodo 2002-2008, el MAVDT ha fomentado el establecimiento de alrededor de 151.821 ha de reforestación protectora, con el objeto de apoyar la gestión integral del recurso hídrico. Se estima que éstas poseen un potencial de reducción de emisiones que asciende a 13.175.937 t/C en 20 años. Por su parte el MADR promovió la reforestación comercial con la siembra de 260.287 ha. Se destaca una tendencia positiva en el crecimiento de plantaciones forestales en el país.

En un horizonte de 20 años, se estima un potencial de reducción de emisiones equivalente a 42.640.216 t/C, para el total de las plantaciones comerciales y 1.607.773 t/C para las plantaciones de caucho⁷.

Adicionalmente el Programa Familias Guardabosques de la Presidencia de la República que cuenta con 88.488 familias vinculadas, en el tema de mitigación protegen 282.588 ha de bosques, rastrojos y páramos y se ha posibilitado la recuperación de 53.477 ha según la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUCDD & Acción Social, 2007a). Igualmente, están vinculadas a proyectos productivos 49.874 familias con 87.748 ha de cultivos legales.

Por su parte, el MAVDT y el Ideam formularon el Proyecto "Capacidad Institucional Técnica Científica para apoyar Proyectos REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación en Colombia" que inició en el año 2009 y será desarrollado durante dos años por el Ideam con el apoyo de la Fundación Natura, gracias a una donación de la Fundación *Gordon and Betty Moore*. El proyecto desarrollará los protocolos subnacionales y nacionales de procesamiento de imágenes para monitorear deforestación, estimación de carbono en bosques y otras coberturas vegetales y el monitoreo de biomasa. Este proyecto permitió contar con una cuantificación preliminar de la tasa de deforestación para el periodo 2000-2007.

3.2.5 Sector agricultura

La gestión ambiental agrícola se establece con dos instrumentos de planificación que integran algunas medidas relacionadas con la mitigación del cambio climático. El primero, la Agenda Ambiental Interministerial entre el MAVDT y MADR, y el segundo, el Plan Estratégico Ambiental del Sector Agropecuario (Peasa).

La Agenda Interministerial determinó líneas de acción que integran medidas de mitigación como: 1) conservación y uso sostenible de bienes y servicios ambientales como regulación del clima y oferta hídrica, la cual propende por una gestión integral en materia de recursos forestales, ecosistemas estratégicos y agrobiodiversidad, gestión en servicios de mitigación de cambio climático y apoyo a proyectos MDL y, 2) sostenibilidad ambiental de la producción nacional, que busca un desarrollo en materia de gestión en sistemas alternativos de producción agropecuaria sostenible y fomento a la producción ecológica, gestión ambiental para la producción agropecuaria e incentivar el uso eficiente del suelo y el riego.

El Peasa propende por un manejo integral de los recursos naturales que permita la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales que sustentan la producción, además de fortalecer la capacidad sectorial para afrontar retos que suponen una amenaza para la base productiva, como la desertificación y el cambio climático. El Peasa cuenta con actividades de reducción de emisiones, como el fomento y desarrollo de sistemas productivos con esquemas de: 1) agroforestería y sistemas silvopastoriles, 2) gestión integral del suelo, 3) buenas prácticas agrícolas (BPA), 4)

⁶ Datos adaptados según la información suministrada por MAVDT, en la cual los proyectos forestales MDL representan un potencial anual de reducción de emisiones de 1.247.919 t de CO₂eq.

⁷ Incrementos de carbono para plantaciones de *Hevea Brasiliensis* en Colombia, reportados por: Buitrago *et al.*, 2005.

agricultura ecológica, 5) agricultura de precisión (evaluación de insumos requeridos por unidad de suelo en producción) y, 6) Bancos de germoplasma vegetal, bovino y microorganismos.

Por otra parte se cuenta con el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana (Fedegan, 2006), el cual aborda diferentes metas que se articulan con la mitigación.

El MADR diseñó una estrategia de investigación ligada a las cadenas productivas, denominada Agricultura y Cambio Climático financiando programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, para el sector agropecuario por cadenas productivas. Los programas de investigación propuestos desarrollan y evalúan diferentes tecnologías de mitigación e incluso adaptación, bajo cuatro grandes ejes: 1) evaluación de los niveles de remoción o captura de CO₂, bajo diferentes sistemas productivos, 2) opciones de manejo de suelos, 3) medidas y tecnologías de producción bovina, 4) evaluación de los impactos del cambio climático en la producción agropecuaria, pesquera y forestal.

Con la alianza entre el Ideam, Corpoica y otras instituciones⁸, se están adelantando las siguientes investigaciones en áreas temáticas del manejo sanitario y fitosanitario relacionadas con cambio climático y que finalizarán en 2011: 1) cambio climático y fluctuaciones de patógenos asociados con el suelo (*clostridios*); 2) desarrollo de un sistema de alerta temprana para el chinche de los pastos y su relación con el cambio climático; 3) modelación del efecto del cambio climático sobre la distribución de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el trópico alto colombiano; 4) efectos del cambio climático en la distribución altitudinal de insectos plaga y sus enemigos naturales, con el caso del cultivo del café en Colombia.

Dos proyectos ganaderos que cuentan con el apoyo del GEF y el Banco Mundial, buscan la implementación de Sistemas Silvopastoriles (SSP) en el sector con una serie de buenas prácticas de manejo, para lograr en forma rentable reducir las emisiones de GEI y disminuir la vulnerabilidad al cambio climático. El primero de ellos es el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas, finalizado en 2008. El segundo: "Proyecto de Ganadería Sostenible en Colombia"⁹ (Colombia Mainstreaming Sustainable Cattle Ranching Project) iniciará en 2010.

3.2.6 Sector residuos

Con base en los reportes anuales de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), se destaca que de los 1.085 municipios de Colombia que reportaron información al Sistema Único de Información de Servicios Públicos en el año 2002, el 68% disponían sus residuos en 604 sitios inadecuados (botadero a cielo abierto, quemas, enterramiento y cuerpos de agua) y 32% lo realizaban de forma adecuada, en 32 plantas integrales y 143 rellenos sanitarios. Después de entrar en vigencia la Resolución 1390/05 del MAVDT, estas cifras se invirtieron para el año 2008: 31% de municipios disponían sus residuos de forma inapropiada y 69% de forma adecuada, en 59 plantas integrales y 255 rellenos sanitarios.

Dentro de las estrategias tecnológicas planteadas para mejorar la salud y la seguridad pública de las comunidades urbanas y rurales a través de la gestión integral de los residuos sólidos, algunas contribuyen indirectamente a la mitigación del cambio climático. Según el reporte de la SSPD para el año 2008, en Colombia se generan 25.079 t/día de residuos sólidos, de los cuales 92,8% (23.283,5 t/día) se disponen en rellenos sanitarios o plantas integrales de tratamiento, contribuyendo notoriamente con el mejoramiento de los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final de los residuos, a través de la transformación de los botaderos en rellenos sanitarios.

Este cambio reduce las emisiones de CO₂, dado que la fracción orgánica se descompone aeróbicamente, y se presenta un aumento en las emisiones de metano (CH₄) por lo cual, al implementarse tecnologías de recuperación y utilización del metano generado, la conversión a rellenos sanitarios contribuye a la reducción de emisiones.

Con el apoyo financiero del BID (Eteisa, 2006), se llevó a cabo un estudio a nivel nacional sobre el potencial de recuperación de metano en 20 rellenos sanitarios del país ubicados en los grandes centros urbanos, con el fin de conocer a fondo el potencial de reducción de emisiones de GEI derivado del manejo y disposición de los residuos en el país. Los resultados del análisis muestran que de los 20 rellenos sanitarios analizados, existe un potencial de generación de metano de alrededor de 48,8 millones de m³ para el año base 2006; lo cual obedece a un promedio anual de 2,5 millones y 788,8 millones de m³ para el año 2021.

El estudio concluye que la magnitud en las reducciones de emisiones que puedan evitarse, dependerá de la facilidad con que los sitios de disposición final puedan mejorar su capacidad de recolección y quema de biogás, lo que a su

⁸ De las instituciones participantes se destacan: Cenicafé, Corpoica, el Instituto Alexander von Humboldt, Analac, la Universidad de Cundinamarca, la Asociación de productores de leche de Ubaté, la Federación de ganaderos de Boyacá (Fabegan), el Comité de ganaderos de Zipaquirá, entre otros.

⁹ Este proyecto está liderado por Fedegan con la participación de CIPAV, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez y *The Nature Conservancy*, con el apoyo del GEF y el Banco Mundial.

vez depende de los incentivos existentes en el sector para esta actividad, algunos de los cuales se podrían obtener con los mecanismos de desarrollo limpio (MDL).

De acuerdo con los estudios contratados por la administración distrital de Bogotá, el potencial de reducción de emisiones de GEI asciende a 5 Mt de CO₂ eq, para un periodo de 12 años.

3.3 PARTICIPACIÓN COLOMBIANA EN EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)

El Grupo de Mitigación de Cambio Climático (GMCC) del MAVDT tiene entre sus objetivos promover el desarrollo de proyectos MDL de alta calidad en el país. Hasta diciembre de 2009, las actividades desarrolladas por el GMCC han permitido la consolidación de un portafolio nacional de 144 proyectos, de los cuales 49 tienen aprobación nacional por solicitud directa de los proponentes, 20 proyectos están registrados ante la CMNUCC y 6 cuentan con Certificado de Reducción de Emisiones (CER).

La distribución de estos proyectos por sectores se resume así: energético (31,25%), transporte (8,3%), forestal (11,8%), industrial (31,25%) y residuos (17,36%). El potencial anual de reducción de emisiones de GEI del total de los proyectos MDL que hacen parte del portafolio nacional es de aproximadamente 16.402.496 ton CO₂ equivalente, reducciones que podrían generar potenciales ingresos al país de unos USD\$ 152.000.000.

En el 2009, Colombia se convirtió en el quinto país de Latinoamérica y décimo segundo del mundo en proyectos elegibles al MDL del Protocolo de Kioto, luego de que el Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá (Ingresos estimados USD\$ 9.000.000) y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cañaveralejo de Cali, obtuvieran el respectivo registro de las Naciones Unidas, los cuales contribuyen con la reducción de más de 827.384 toneladas anuales de CO₂. De esta manera, Colombia completa 20 proyectos registrados.

En el ámbito de instrumentos financieros que incentiven la adquisición de tecnologías y equipos que contribuyan a las reducciones de emisiones de GEI, el país, bajo la Ley 788 de 2002, modificó el Estatuto Tributario con el objeto de incentivar la compra e implementación de equipos y tecnologías que demuestren un impacto directo en materia de mitigación.

Dentro de los incentivos diseñados se estableció la exención de renta, por 15 años, a la venta de energía producida a partir de fuentes renovables como la eólica, biomasa o residuos agrícolas. De tal gestión se pueden beneficiar las empresas generadoras, siempre y cuando se obtengan y se vendan certificados de reducción de GEI y se destine 50% de los recursos obtenidos por este concepto a obras de beneficio social. Adicionalmente se establece que la importación de maquinaria y equipos destinados a proyectos que generen certificados de reducción de GEI, estará exenta del impuesto al valor agregado del producto y la prestación de servicios (IVA).

3.4 PRIORIDADES DE MITIGACIÓN DE ACUERDO AL INVENTARIO DE GEI

Con base en los resultados del inventario nacional de GEI se analizaron las medidas de mitigación desde una perspectiva sectorial, las cuales se presentan a continuación.

3.4.1 Sector Pecuario

Esencialmente las prácticas de este sector se concentran en la ganadería bovina, para lo cual, las alternativas del manejo de la dieta, son una las principales medidas de mitigación del sector para reducir las emisiones de metano debido a la fermentación entérica de los animales. Dentro de estas prácticas, se busca el mejoramiento de la calidad de las pasturas y la incorporación de componente arbóreo a estos sistemas de producción.

Aunque no existen metodologías aprobadas por la junta ejecutiva del MDL para el desarrollo de proyectos de mitigación asociados con mejoramiento de la dieta de una población bovina que respondan a la disminución de emisiones de metano por fermentación entérica, ésta corresponde a una de las líneas de investigación a desarrollar.

3.4.2 Sector agrícola y forestal

Las medidas de mitigación a nivel agrícola abarcan principalmente el uso y manejo eficiente de fertilizantes nitrogenados. En el sector forestal, esencialmente se requiere priorizar el manejo de bosques y reducción de emisiones por deforestación y degradación evitada, así como el aumento de biomasa bajo diferentes sistemas productivos.

Se propone en el sector agrícola la reducción del consumo de fertilizantes nitrogenados por hectárea y el incremento en el uso de biofertilizantes; por ejemplo, con bacterias del género *Rhizobium*, que poseen la habilidad de formar simbiosis con especies leguminosas, vía nódulos que se forman en la raíz de las plantas.

3.4.3 Sector energía

En el sector energía es importante priorizar en la industria manufacturera en cuanto a eficiencia energética y cambio de combustibles utilizados. En relación a la industria de generación eléctrica, las medidas de mitigación deben abordarse para las zonas que hacen parte tanto del Sistema Interconectado Nacional (SIN) como de las Zonas No Interconectadas (ZNI).

Una de las alternativas es asegurar el suministro eléctrico a través del aumento en la capacidad de generación de las plantas hidráulicas, teniendo en cuenta factores limitantes de tipo técnico e impactos socioeconómicos y ambientales. Sin embargo, es importante anotar que la significativa participación hidráulica en el sector energético colombiano tiene una consecuente baja emisión de GEI, pero presenta un riesgo alto para el país ante los efectos adversos de disminución de precipitación derivada del cambio climático.

En zonas no interconectadas la generación de energía a partir de fuentes renovables es una alternativa, ya que puede generar empleo y puede ser herramienta de desarrollo rural.

4. VULNERABILIDAD

4.1 EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Con base en el comportamiento de la lluvia y la temperatura, el Ideam generó indicadores sobre algunas evidencias del cambio climático en Colombia, basados en el análisis de las series históricas de la precipitación acumulada diaria y de los extremos diarios de temperatura (mínima y máxima), utilizando el *Rclimdex*, que es un programa estadístico desarrollado por el Centro Nacional de Datos Climáticos de la NOAA de los Estados Unidos que calcula índices de extremos climáticos para monitorear y detectar el cambio climático.

En los páramos se encontró una tendencia a la disminución de eventos extremos de lluvia (asociados con aguaceros), contrario con lo evidenciado en los otros pisos térmicos, en donde, sin importar si la precipitación total anual disminuye o aumenta, en la mayoría de las estaciones de los pisos térmicos cálido (0 a 1.000 msnm), templado (1.001 a 2.000 msnm) y frío (2.001 a 3.000 msnm), se encontró una tendencia al aumento de las precipitaciones de alta intensidad (Ideam-Benavides et al., 2007). Esto es concordante con lo publicado en el Cuarto Informe de IPCC (2007), que concluye que los eventos extremos de lluvias están aumentando.

En las estaciones de páramo alto se han presentado fuertes incrementos en la temperatura máxima (asociada con el día), cercanos a 1 °C por década, mientras que, en las zonas de subpáramo y bosque Alto Andino, los incrementos están entre 0,3 °C y 0,6 °C por década. Estos incrementos tan altos pueden estar asociados con el aire más limpio y con la delgada capa atmosférica que deben recorrer los rayos solares (especialmente la radiación UV que tiene un alto contenido energético).

En la temperatura mínima (asociada con las horas de la noche y la madrugada), los incrementos en las estaciones de páramo son muy bajos. Incluso, cabe resaltar el hecho que en las estaciones El Cocuy, El Cardón, El Paraíso y El Túnel se presentan leves tendencias negativas (disminuciones).

Con respecto al comportamiento de los nevados o glaciares colombianos, se encontró una acelerada pérdida de área desde finales de la Pequeña Edad de Glaciar (1850). Los datos de cambio de área glaciar en Colombia indican una rápida deglaciación, especialmente en las tres últimas décadas, con pérdidas de 3 a 5% de cobertura glaciar por año y retroceso del frente glaciar de 20 a 25 m por año. De esta forma, para el periodo 2002 a 2003, el área total de los glaciares era de 55,4 km², mientras que para el lapso 2006 a 2007 la superficie se redujo a 47,1 km².

De otra parte, con base en los registros de la estación mareográfica de Cartagena (Bolívar) se evidencia un ascenso del nivel del mar en el Caribe de aproximadamente 3,5 mm/año, atribuibles posiblemente al cambio climático global, entre otros factores. Las mediciones realizadas en el puerto de Cristóbal (Colón) en Panamá, arrojan resultados similares de ascenso del nivel, aunque de menor magnitud. La tendencia calculada sobre la serie de datos tomado en el puerto de Cristóbal arroja un valor de 2,3 mm/año.

Para la costa Pacífica, la evaluación de los datos históricos de las mediciones del nivel en la estación mareográfica de Buenaventura (Valle del Cauca) y de otras estaciones comparables, muestran valores similares de ascenso del

nivel del mar (aunque mayores en Buenaventura). La tendencia calculada sobre las series de datos en puntos costeros de Panamá y Ecuador, muestran incrementos entre 0,9 mm y 1,4 mm por año, mientras en Buenaventura el aumento es de 2,2 mm por año.

Para los análisis de las condiciones futuras, el Ideam analizó los principales cambios y tendencias de la precipitación y temperatura para diferentes periodos (entre el 2011 y 2100), tomando como referencia el periodo 1971 a 2000, denominado "normal climatológica"¹⁰, con base en las observaciones de más de 3.840 estaciones de precipitación, 680 temperatura y 610 de humedad relativa, con la aplicación de las metodologías sugeridas por Jones *et al.*, (2004).

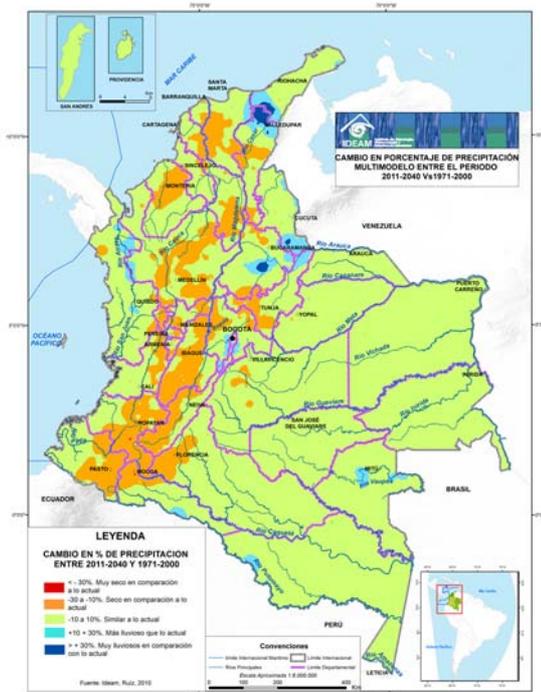
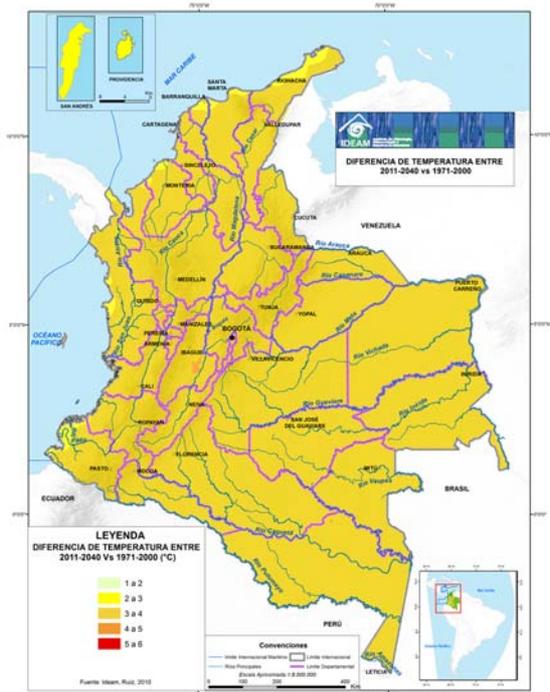
Para generar los escenarios de cambio climático se utilizaron tres modelos regionales (el modelo global de alta resolución del Japón GSM-MRI con resolución horizontal de 20 km * 20 km; *Precis* de Reino Unido con resolución horizontal de 25 km * 25 km y el modelo WRF con el cual se generaron resultados a 4 km * 4 km para la región Andina). El clima presente en alta resolución fue obtenido con las condiciones iniciales que suministró el Reanálisis¹¹ ERA40; mientras que para el periodo de referencia 1979-1998, se adelantó el análisis entre las observaciones del Ideam y el modelo global de alta resolución desarrollado en el Japón. En el caso de las temperaturas máximas, la media observada para el territorio nacional alcanzó una tasa de cambio de 0,11 °C/década, mientras que el modelo ERA40 arrojó 0,16°C/década. Para la temperatura media mínima tanto las observaciones como el modelo ERA40 presentaron una tasa promedio de aumento para el país de 0,10°C/década. Con el modelo japonés no se encontraron mayores cambios para estos valores extremos.

En resumen, a través de diferentes estudios realizados por el Ideam, se encontró en los análisis una tendencia lineal en la temperatura media del aire, la cual está aumentando a una tasa de cambio promedio para el país de 0,13 °C/década; valores que son consistentes con los obtenidos con el modelo ERA40 (*Precis*), con el cual se obtuvo un valor similar de 0,12 °C/década; mientras que el modelo MRI arrojó un resultado de 0,32°C/década para la serie 1978-1998. Esto explica, además, que los resultados finales son sensibles al periodo de referencia que se tome.

Con base en los resultados de la corrida de los modelos de alta resolución elaborado por el Ideam-Ruiz (2010), en términos generales se tiene que, en promedio, la temperatura media aumentaría 1,4°C para el periodo 2011-2040; 2,4°C para el lapso de 2041-2070 y 3,2°C para el periodo comprendido entre los años 2071 a 2100. Véase las figuras 4.1 a 4.4.

Figura 4.1 Mapa con la diferencia de temperatura media del multimodelo para el periodo 2011 a 2040 vs 1971 a 2000

Figura 4.2 (Der.) Mapa con el cambio en el porcentaje de precipitación del multimodelo del periodo 2011 a 2040 vs 1971 a 2000



Fuente: Ideam – Ruiz, 2010.

10 La normal climatológica o línea base climatológica es la información (promedios multianuales, amplitud, valores máximo y mínimo, varianza) de las variables climatológicas para el periodo que se tomará como referencia.

11 ERA-40 (del ECMWF: Centro Europeo de Predicción a Mediano Plazo, por sus siglas en inglés. Utilizado para el Reanálisis).

Figura 4.3 (Izq.) Mapa con la diferencia de temperatura media del multimodelo para periodo 2071 a 2100 vs 1971 a 2000

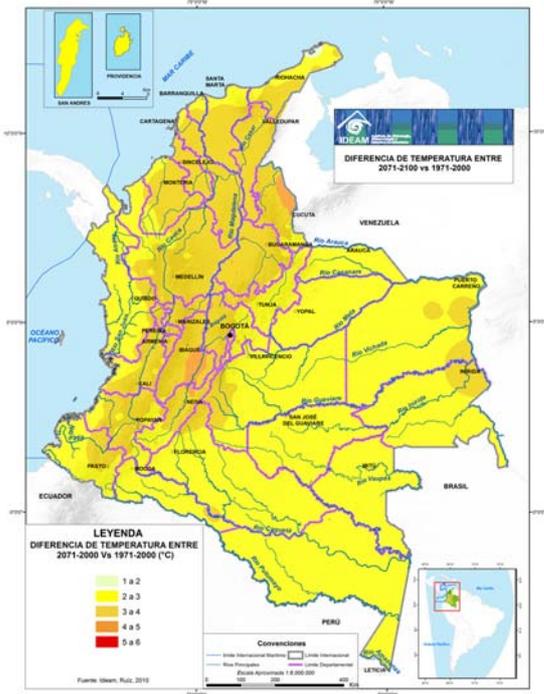
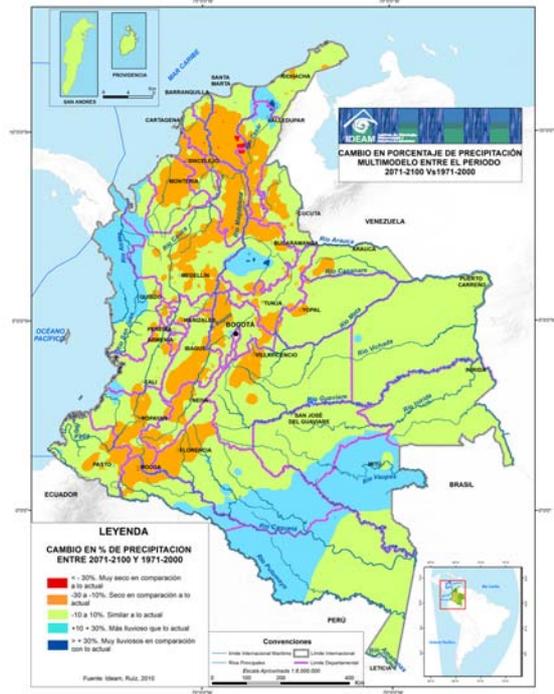


Figura 4.4 (Der.) Mapa con el cambio en el porcentaje de precipitación del multimodelo del periodo 2071 a 2100 vs 1971 a 2000



Fuente: Ideam – Ruiz, 2010.

4.2 COMPARACIÓN DE LOS CAMBIOS ENTRE PERIODOS

Los escenarios para los análisis de vulnerabilidad son referidos para el principio y finales de siglo. El comportamiento posible de la precipitación y la temperatura entre los diferentes periodos se muestra a continuación.

4.2.1 Precipitación

Los cambios de la precipitación que se podrían presentar para los distintos periodos analizados se presentan en las siguientes figuras (4.5 y 4.6).

Figura 4.5 Variación porcentual de la precipitación media anual

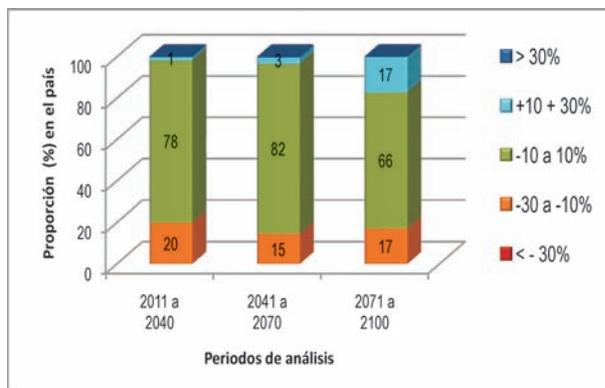
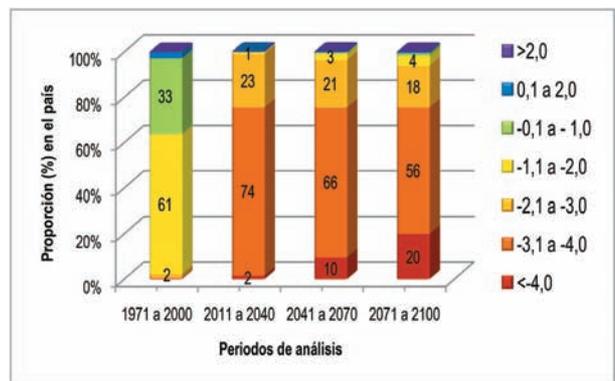


Figura 4.6 Tasa de variación de la precipitación media anual (mm/año)



Fuente: Ideam-autores

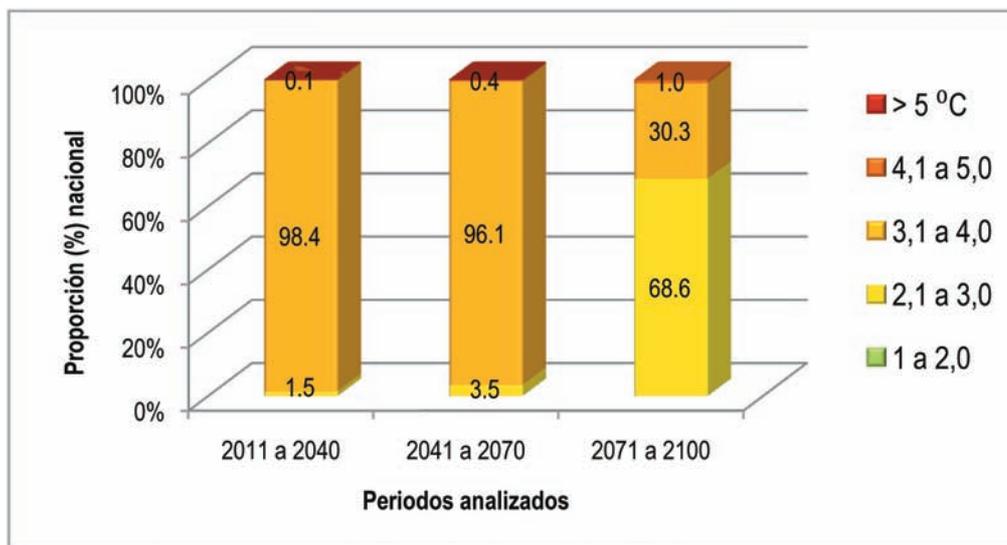
De la figura 4.5 se destaca que el 78% del territorio nacional para el primer periodo (2011-2040), tendría una variación entre más o menos 10%, lo cual se puede considerar dentro del rango normal de variabilidad. Adicionalmente, se puede destacar que la mayor reducción de la precipitación (-30 a -10%) se presentaría en un 20% del país para el periodo 2011-2040.

En la figura 4.6 se observa cómo la tasa de la precipitación media anual que se presentaría para los diferentes periodos, disminuirá en mayor proporción del territorio (74% a 56%) dentro del rango de -3,1 a 4,0 mm/año. Tal comportamiento deficitario se vería agravado, si se tiene en cuenta que para finales de siglo se podrían presentar disminuciones mayores a -4,0 mm/año, en aproximadamente un 20% del país.

4.2.2 Temperatura

El comportamiento de la temperatura media anual del aire con base en el ensamble multimodelo para los diferentes periodos se presenta en la figura 4.7.

Figura 4.7 Variación de la temperatura media anual (multimodelo) para diferentes periodos, con respecto a 1971 a 2000



Fuente: Ideam-autores.

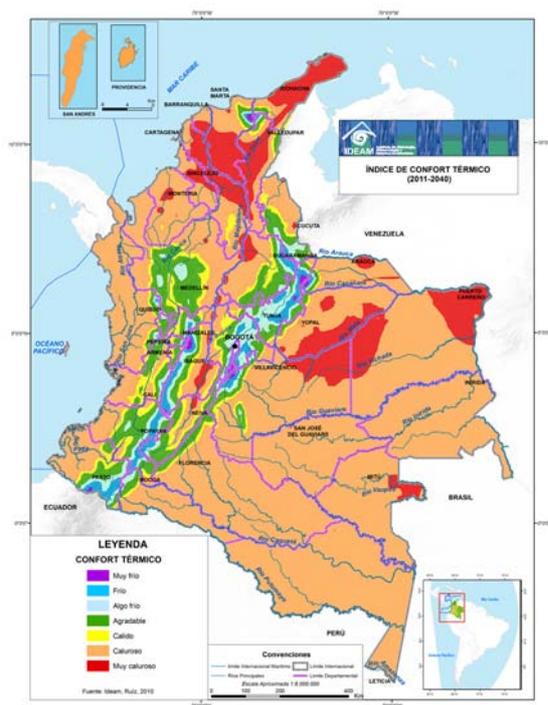
De la figura anterior es evidente que prácticamente todo el territorio colombiano (99,9%) estaría presentando un aumento de la temperatura por encima de los 2 °C, principalmente para finales de siglo. La cartografía de tal comportamiento se observa en la figura 4.1 y 4.3.

En los dos periodos de inicio de siglo (2011 a 2040 y 2041 a 2070) se podrían estar afectando la mayor proporción (>96%) del país con incrementos superiores a 3,0 °C. En la figura 4.7 se muestra el cubrimiento de cada rango de temperatura para el periodo 2011 a 2100.

Respecto a la sensación térmica se analizaron las variables de temperatura y humedad relativa promedio para las tres medias climatológicas de clima futuro (2011-2040; 2041-2070 y 2071-2100) y se calculó el índice de confort térmico utilizando la ecuación ajustada del poder de refrigeración de Leonardo Hill y Morikofer-Davos (Ideam, 2005), que considera el parámetro de humedad junto con la variación de la temperatura con la altura para catalogar la sensación térmica en siete clases. De los resultados obtenidos se destaca la variación que se percibiría de caluroso a muy caluroso en gran parte de las regiones Caribe, Orinoquia y Amazonia, así como a lo largo de los valles del Magdalena y Cauca en la región Andina, especialmente desde el periodo 2041 a 2070 (ver figura 4.8).

En las zonas de alta montaña de las cordillera Oriental y Central existiría un cambio paulatino de muy frío a frío y a algo frío. No predominan climas clasificados como agradables al ser humano.

Figura 4.8 Mapa con el índice de confort térmico 2011 a 2040



Fuente: Ideam-autores

4.3 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Ideam con la participación de diferentes entidades y actores relacionados con la adaptación, desarrolló una metodología para estimación de una evaluación integral y unificada de la vulnerabilidad, que permite comparar y valorar los resultados de los diferentes sectores, ecosistemas e instituciones ante el cambio climático, La metodología si bien se basó en la estructura y definiciones del IPCC, se integra dentro de la estructura y gestión del riesgo, basado en la siguiente relación:

$$\text{Riesgo} = [\text{Amenaza (Probabilidad de ocurrencia del evento climático Adverso)}] * [\text{Vulnerabilidad}]$$

Es decir, la probabilidad de ocurrencia (amenaza) del evento adverso, operada en forma multiplicativa por las pérdidas (impacto) o vulnerabilidad, determina el riesgo de pérdida de bienes, servicios o funcionalidad.

La vulnerabilidad se considera a partir de los impactos residuales del cambio climático, después de considerar la capacidad de adaptación. La forma adoptada en la presente metodología se basa en la siguiente expresión:

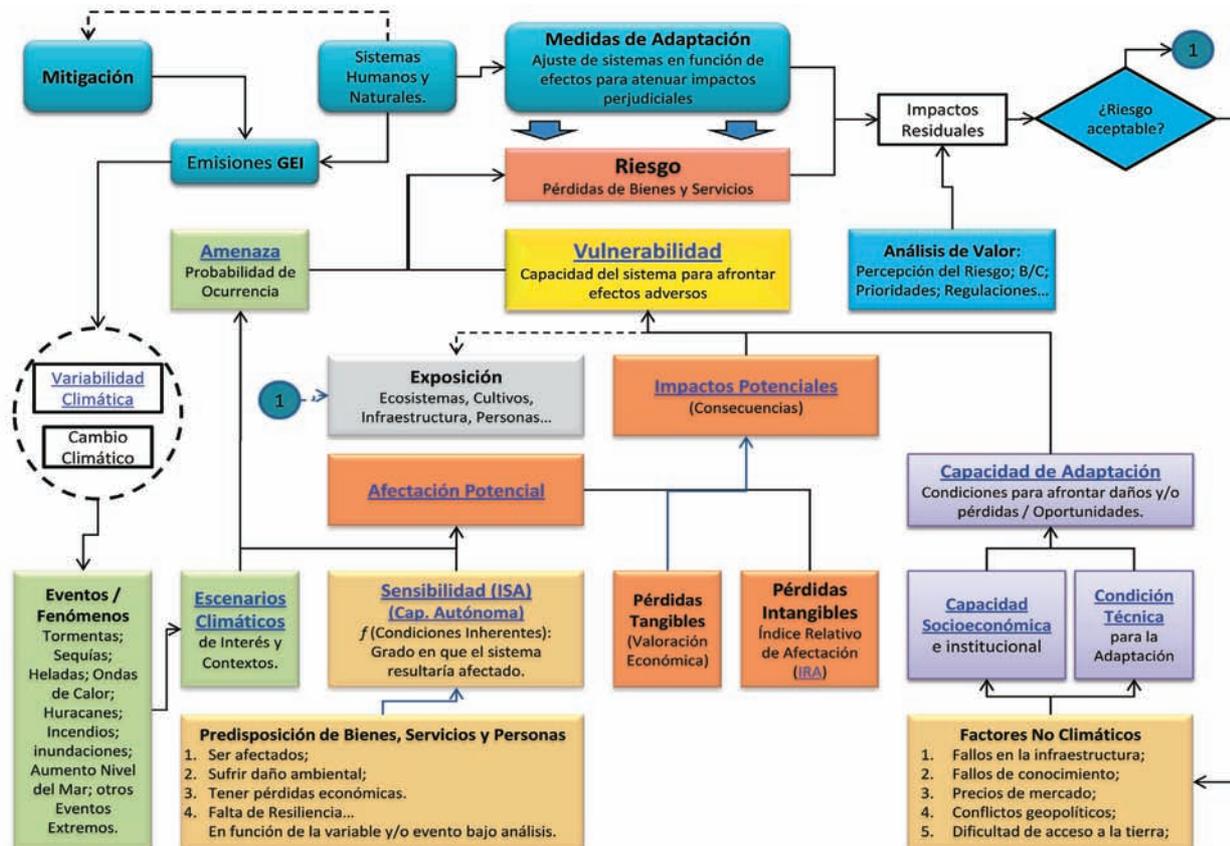
$$\text{Vulnerabilidad} = [\text{Impactos Potenciales Climáticos negativos}] - [(\text{Impactos Pot. negativos}) * \text{Capacidad de Adaptación}]$$

La metodología utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad permite identificar regiones, coberturas y/o sectores más vulnerables y, o zonas críticas, previa la obtención de los resultados intermedios. Esto con el fin de servir de soporte para el diseño y la evaluación de políticas de adaptación, con la posibilidad de incluir criterios de manejo que permitan reducir la vulnerabilidad. En la figura 4.9, se puede ver la estructura metodológica que se siguió.

Para el ejercicio de aplicación de la metodología se utilizó el resultado del multimodelo de precipitación para los diferentes periodos generados por Ideam-Ruíz (2010)¹² 2011 a 2040 y 2070 a 2100. La afectación potencial sobre las coberturas y/o sectores determinó con base en el resultado obtenido del cruce del índice de sensibilidad (ISA), el índice relativo de afectación (IRA) y el multimodelo de precipitación considerado.

¹² El Ideam ha corrido y validado recientemente el modelo de circulación regional *Precis* (*Providing Regional Climates for Impacts Studies*) bajo los escenarios de emisión de gases invernadero SRES A2 y SRES B2 para generar predicciones sobre cambios en patrones de precipitación y temperatura a lo largo de diferentes periodos: 2011 a 2040; 2041 a 2070 y 2071 a 2100.

Figura 4.9 Estructura metodológica para evaluar la vulnerabilidad



Fuente: Ideam-autores. Ajustado de diferentes modelos

El ISA se estructuró a partir de la caracterización de los suelos, la cobertura vegetal, los ecosistemas transformados, el índice de aridez y la erosión en las zonas secas. Tal índice es definido, como el grado en que un sistema puede ser afectado positiva o negativamente, por los estímulos relacionados con el clima¹³.

El IRA se constituyó a partir de la discusión y consenso con más de 80 profesionales de diferentes sectores y especialidades; con el fin de introducir las prioridades a través del juicio de expertos, para identificar cada una de las coberturas, ecosistemas o territorios que podrían resultar impactados por los eventos adversos de cambio climático en su peor escenario.

La capacidad de adaptación se determinó con base en las condiciones de los involucrados para afrontar los potenciales daños, afectaciones o pérdidas, junto con las oportunidades que se deriven del cambio climático y/o variabilidad climática. Tal capacidad se compone de las condiciones y capacidades técnicas, junto con los aspectos socioeconómicos actuales que pueden actuar como barreras u oportunidades.

Para facilitar la valoración de la capacidad socioeconómica e institucional se usó el índice Sisben III, el cual fue suministrado por la Dirección de Desarrollo Social (Grupo de Calidad de Vida) del Departamento Nacional de Planeación (DNP) para cada municipio.

La condición técnica actual de la adaptación (también asociada con la disposición a adaptarse hacia el futuro) está en función de la planeación apoyada con una adecuada estrategia, metodología y herramientas que le permitan adelantar el seguimiento objetivo de la implementación de obras y acciones para reducir la vulnerabilidad al cambio climático y/o variabilidad climática y se obtuvo como un promedio nacional en los talleres con expertos en diferentes temáticas.

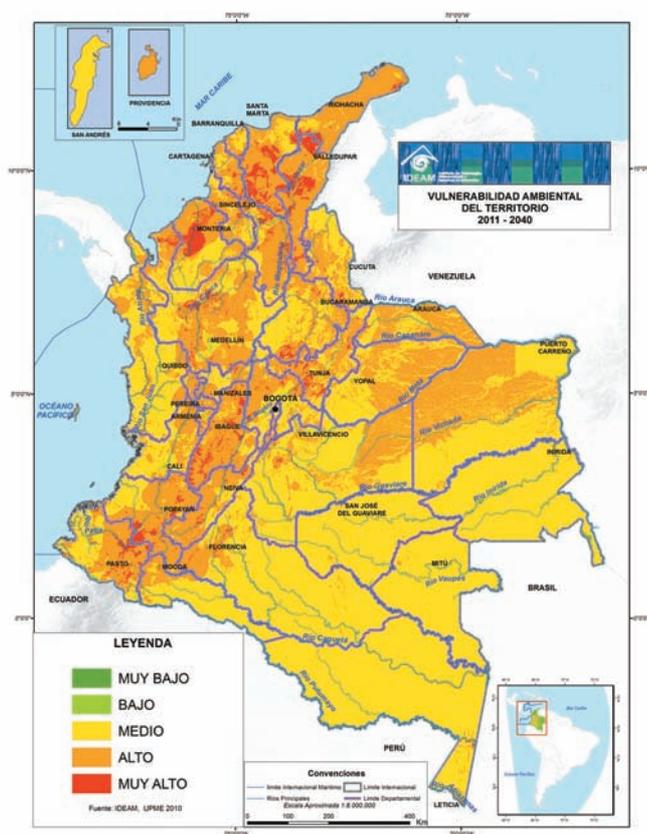
Los criterios o aspectos básicos identificados para establecer la condición técnica son: a) Conocimiento de los impactos y pérdidas frente al cambio climático / Análisis y prospectiva de los impactos y pérdidas frente al cambio climático; b) Manejo de efectos por eventos extremos; c) Organización de las instituciones y participación de la sociedad; d) Transferencia del riesgo y/o estrategias financieras y económicas; y e) Oportunidades y beneficios frente al cambio climático.

Los ecosistemas, coberturas, sectores productivos, infraestructura y demás variables analizadas fueron: a) Orobioma alto andino, b) Bosques naturales y plantados, c) Vegetación secundaria, arbustales y herbazales, d) Áreas naturales protegidas, e) Coberturas herbáceas y arbustivas costeras, lagunas costeras y manglares, f) Áreas agrícolas heterogéneas, g) Cultivos semipermanentes y permanentes (café), h) Cultivos anuales y/o transitorios, i) Análisis de algunos cultivos comerciales (arroz con riego, palma de aceite, caña de azúcar), j) Áreas en pastos, k) Resguardos indígenas, l) Minifundio campesino, m) Cuerpos de agua continentales naturales, n) Aguas continentales artificiales, ñ) Áreas con infraestructura para generación hidroeléctrica, o) Recurso hídrico, p) Zonas marino costeras e insular y, q) Salud.

4.4 IMPACTOS POTENCIALES Y VULNERABILIDAD

Teniendo en cuenta la metodología planteada, en la figura 4.10 se representa cartográficamente la vulnerabilidad del territorio, fundamentada en los impactos potenciales para el periodo 2011 a 2040 y la capacidad de adaptación preliminarmente establecida.

Figura 4.10 Mapa con la vulnerabilidad ambiental del territorio 2011 a 2040



Fuente: Ideam-autores

Con base en la evaluación de los modelos climáticos globales que mejor representan el clima regional y con la ayuda de modelos climáticos regionales de alta resolución espacial, se simularon diversos escenarios climáticos que podrán ocurrir sobre el territorio colombiano en los próximos decenios hasta el final del siglo XXI. El escenario de cambio climático más probable es el siguiente:

- Teniendo en cuenta el incremento promedio de la temperatura que se ha presentado (0,13°C/década para el país) en el periodo de referencia (1971-2000), reflejado principalmente en los departamentos de Córdoba, Valle, Sucre, Antioquia, La Guajira, Bolívar, Chocó, Santander, Norte de Santander, Cauca, San Andrés, Tolima y Caquetá; y las reducciones más significativas de la precipitación total anual (mm/década) registradas en los departamentos de Putumayo (-6,14), Atlántico (-5,88), Arauca (-3,86), Guaviare (-3,85), Boyacá (-3,60) y Cundinamarca (-3,00); se encuentran señales evidentes de cambios significativos con efectos adversos y diferenciados para el territorio colombiano, las cuales se manifestarían principalmente a finales del siglo XXI. En los departamentos donde se registraron mayores incrementos de precipitación total anual por década son: Quindío (0,58), San Andrés (0,67), Cesar (1,47), Cauca y Vaupés (1,64), Guainía (2,14) Antioquia (2,31), Chocó (3,34) y Caldas (3,88).

- Los valores medios de temperatura mínima proyectan aumentos del orden de 1,1 °C para el 2011-2040; 1,8 °C para 2041-2070 y 1,9°C para 2071-2100.
- Las proyecciones arrojan aumentos para los valores medios de temperatura máxima del orden de 1,5°C para el 2011-2040; 2,3°C para 2041-2070 y 3,6°C para 2071-2100, indicando que los días serán más cálidos respecto al período de referencia 1971-2000. Los aumentos más significativos de la temperatura media se esperarían en gran parte de las regiones Caribe y Andina especialmente en los departamentos de Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Huila y Tolima.
- De los resultados del ensamble de modelos regionales de alta resolución, se encontró que la temperatura promedio del aire en Colombia aumentará: 1,4°C para los años 2011 a 2040; 2,4°C para 2041 a 2070 y 3,2°C para el periodo 2071 a 2100. Los aumentos más significativos se ubicarían en los departamentos de Norte de Santander, Risaralda, Huila, Sucre y Tolima.
- Con base en los escenarios que involucran una mayor emisión de GEI, se estima que las reducciones más significativas de lluvia se darían especialmente para el periodo 2071 a 2100 en gran parte de los departamentos de la región Caribe, ellos serían: Sucre (-36,3%), Córdoba (-35,5%), Bolívar (-34,0%), Magdalena (-24,6%) y Atlántico (-22,3%). En la región Andina, los departamentos de Caldas (-21,9%) y Cauca (-20,4%) tendrían igualmente importantes reducciones en los volúmenes de precipitación media anual.
- Los aumentos de lluvia para el siglo XXI, proyectados por los escenarios de cambio climático, se ubicarían especialmente en gran parte de los departamentos de: Vaupés, Chocó, Guainía, Amazonas, San Andrés y Vichada. Para la sabana de Bogotá los escenarios de cambio climático con mayor cantidad de emisiones de GEI analizados, muestran reducciones de lluvia del orden de: -11.6% para el período 2011-2040; -16,1% para el 2041-2070 y del -3,4% para 2071-2100, con respecto a la climatología del período de referencia 1971-2000.
- Las mayores reducciones de lluvia para el resto del siglo XXI se esperarían en diferentes regiones de los departamentos de Huila, Putumayo, Nariño, Cauca, Tolima, Córdoba, Bolívar y Risaralda; en algunos de estos departamentos ya se empezaría a evidenciar desde el periodo 2011-2041, en particular en Huila, Cauca, Nariño, Risaralda y Tolima.
- Los resultados de las proyecciones de cambio climático indican que la humedad relativa se reduciría en Colombia a lo largo del siglo XXI, con respecto a 1971-2000, en proporciones cercanas al: 1,8% para el 2011-2040; 2,5% para 2041-2070 y 5,0% para 2071-2100. Las disminuciones más significativas de esta variable meteorológica a lo largo del siglo XXI, se manifestarían desde el período 2011-2040 en gran parte de los departamentos de: Tolima, Quindío y Huila; y paulatinamente, para mediados y finales de siglo, se extenderían a otros departamentos como: Sucre, Bolívar, Cesar, La Guajira, Norte de Santander, Cauca, Cundinamarca, Santander, Nariño y Risaralda.
- Con base en los resultados del ensamble de los modelos de alta resolución y según la clasificación climática de Lang, la península de La Guajira mantendría sus características desérticas; en el Chocó continuaría prevaleciendo el clima superhúmedo, la Amazonia seguiría siendo húmeda, y en gran parte de los Llanos Orientales continuará el clima semihúmedo. Los cambios más significativos se esperarían en la región Caribe, que cambiaría de un clima semihúmedo (condiciones actuales) a semiárido y luego estaría clasificado como árido para finales del siglo XXI. En la región Andina, los cambios más notorios se prevén por una transición de clima semihúmedo a clima semiárido, lo cual se presentaría en diferentes áreas de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Huila y oriente del Valle del Cauca, especialmente.
- Con base en el escenario de precipitación y temperatura (2071 a 2100) y la estimación indirecta (balance hídrico) a partir de los resultados de los modelos, respecto a la condición promedio de referencia, se tendrían reducciones alrededor del 30% de la escorrentía promedio en las cuencas del Alto y Bajo Magdalena, Cauca, parte del Litoral Caribe, Saldaña, Cesar y Bogotá, que abarcan parte de los departamentos del Magdalena, Cesar, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre, Huila, Tolima y Cundinamarca.

Respecto a los ecosistemas más sensibles y vulnerables se tienen las siguientes conclusiones:

Orobioma Alto Andino

- Los impactos potenciales muy alto y alto que se podrían dar en los ecosistemas del Orobioma Alto Andino para el periodo 2011 a 2040, cubren más de 70% de este orobioma en el territorio nacional (4.300.000 ha). Tales impactos potenciales, si se analizan en función de los bienes y servicios ambientales para la mayor concentración de la población y sistemas productivos que dependen de él, representan importantes consecuencias, máxime si se tiene en cuenta la presión por el avance de la frontera agrícola a través de la sobre utilización y la conversión de los ecosistemas naturales en campos de cultivo y pastoreo.
- En dicho orobioma se encuentran grandes extensiones de bosque natural y arbustales (>40%), los cuales cumplen una importante función en la regulación de la escorrentía, que estarían significativamente (20%) comprometidos con altos y muy altos impactos del total identificado del Orobioma Alto Andino.

- Los resultados obtenidos indican que los ecosistemas naturales o poco intervenidos son menos sensibles (vulnerabilidad intrínseca) que los espacios transformados en el ambiente rural. No obstante lo anterior, la afectación por un cambio climático podría traer consecuencias significativas, a pesar de los pequeños cambios pero con alteración sobre grandes áreas, como sucedería con la Amazonia o el Chocó biogeográfico.

Áreas naturales protegidas

- Las áreas naturales protegidas que registrarían alto y muy alto impacto potencial para el periodo 2011 a 2040 se localizan en los Parques Nacionales Naturales de la Sierra Nevada de Santa Marta, Cocuy, Las Hemosas, Nevado del Huila, Los Nevados y Puracé. Adicionalmente, sobresalen por su proporción de alto impacto potencial (final de siglo) en el Orobioma Alto Andino, los Parques Nacionales Naturales de: Pisba, Los Nevados, Puracé, Las Hermosas, El Cocuy y Chingaza.

Sector agropecuario y áreas de minifundio campesino

- Las mayores áreas con cultivos de café Caturra que tendrían alto y muy alto impacto potencial relacionado con el déficit de lluvias para el periodo 2011 a 2040, estarían ubicadas en diferentes áreas de los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Quindío y Caldas; adicionalmente sobresalen por alto impacto potencial: Huila, Tolima, Cauca y Risaralda, principalmente. El porcentaje de impacto acumulado para las dos categorías, alto y muy alto, estarían por el orden del 71% del total del área (869.000 ha, aprox.) censada por la Federación de Cafeteros de Colombia en las variedades: Caturra (75%), Típica (63%) y Colombia (71%). La mayor superficie que podría estar comprometida con impactos potenciales muy altos se tendría en la variedad Colombia (10%).
- Los cultivos anuales o transitorios, ubicados en diferentes partes de los departamentos de Antioquia, Tolima, Boyacá, Córdoba, Cundinamarca y Santander, podrían resultar con muy alto impacto potencial para el periodo 2011 a 2040.
- En el periodo 2011 a 2040, el país podría verse comprometido con impactos potenciales alto y muy alto, en más del 50% de la superficie dedicada a las pasturas.
- Las mayores áreas de minifundios campesinos que podrían llegar a tener muy alto impacto potencial por reducciones de la precipitación, estarían en parte de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Bolívar, Nariño y Santander. Al agrupar las superficies que podrían recibir alto y muy alto impacto por reducciones de la lluvia en el periodo 2011 a 2040, alcanzarían alrededor de un 47% del total de las áreas de economía campesina del país.

Bosques

- Se requiere el desarrollo e implementación de medidas de manejo para protección y conservación de las coberturas en ecosistemas que revisten condiciones ambientales especiales, teniendo en cuenta los impactos potenciales alto y muy alto a inicios del periodo (2011 a 2040) por reducción de la precipitación que se tendría sobre los bosques de: Boyacá, Valle del Cauca, Bolívar, Magdalena y Antioquia, junto con la vegetación secundaria, arbustales y herbazales que se ubican en los departamentos de Tolima, Cauca, Nariño, Valle del Cauca, La Guajira, Antioquia, Huila y Cesar. Tales ecosistemas, además de las exigentes condiciones climáticas y las presiones antrópicas a las que actualmente se encuentran sometidos (agricultura, ganadería, proyectos mineros y de infraestructura), son parte esencial para la población de dichos departamentos.
- Las condiciones propias de climas semiáridos, áridos y desérticos, podrían (según los modelos) ampliarse y volverse más rigurosas y extremas. Dichas áreas requerirán, además, del monitoreo y evaluación periódica y urgente para valorar efectivamente los planes de restauración que se adelanten en dichas coberturas, dada la evolución que se prevé desde el periodo 2011 a 2040.

Cuerpos de agua

- Si bien los cuerpos de agua continentales naturales (ríos, lagunas, lagos o zonas inundadas), tendrían muy alto impacto potencial en los departamentos de Bolívar, Magdalena, Cesar, Santander, Tolima y Amazonas principalmente, alrededor de un 63% de la superficie nacional alcanzaría impactos potenciales alto y muy alto para el periodo 2011 a 2040. Asimismo se destaca la condición, interdependencia e impactos colaterales sobre los demás ecosistemas que reciben los bienes y servicios ambientales de los cuerpos de agua continentales.
- Adicionalmente, si se tiene en cuenta la limitada capacidad de adaptación de los humedales, se considera que estos cuerpos de agua se encuentran entre los ecosistemas más vulnerables al cambio climático. Un pequeño aumento de la variabilidad de los regímenes de precipitación puede afectar de manera importante a la flora y fauna de los humedales (Keddy, 2000; Burkett and Kusler, 2000; citados por IPCC, 2008c).
- Tales referentes se ven corroborados con el impacto muy alto (disminuciones >30% del rendimiento hídrico) que se esperaría a finales de siglo en algunas partes de los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca,

Huila, Tolima, Cundinamarca, Caldas, Antioquia, Bolívar, Magdalena, Cesar, además de los litorales marinos de los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar y Atlántico, principalmente.

- Por su parte, la vulnerabilidad muy alta de las áreas de manglar, herbáceas, arbustivas y lagunas costeras en más de 45% del total existente en el territorio nacional, para el periodo 2011 a 2040, identificada para los departamentos de Magdalena, Nariño y La Guajira, junto con la vulnerabilidad alta, adicionalmente de Chocó y Antioquia, conlleva a impactos acumulativos de la zona de litoral marino, si se agrega el aumento del nivel del mar previsto para tales áreas.

Ecosistemas secos

- Si se considera que alrededor del 16% del territorio nacional tenderá a ser más cálido y seco hacia finales de siglo, y que parte de los territorios clasificados (1971 a 2000) como superhúmedo (13%) y húmedo (5%) se reducirán, 5% y 4%, respectivamente en los inicios de siglo para dar paso a climas semihúmedos, semiáridos y áridos (6%, 2% y 1%, respectivamente), resulta muy importante avanzar en el manejo de tales condiciones, especialmente en los sistemas de manejo sostenible, asociados con la pérdida de suelo, optimización de la regulación y distribución hídrica, y su estrecha relación con los procesos de deterioro del medio natural y la pobreza.
- Hacia finales de siglo (2071 a 2100) se presentaría un incremento de las áreas semihúmedas (11%) del territorio nacional, junto con aumento de las áreas semiáridas (2%) y áridas (3%), a costa de las áreas clasificadas como húmedas (10%) y superhúmedas (6%).
- La evaluación de los procesos de desertificación y los efectos que se esperarían, más allá de la liberación a la atmósfera de una importante fracción de carbono del suelo, resultan esenciales en el sentido de mejorar el conocimiento en la vulnerabilidad y riesgos relacionados con la pérdida de servicios ambientales que los ecosistemas secos proveen a la sociedad, incluyendo los diferentes sectores respecto al desbalance que se tendría por la aplicación de manejos o medidas de adaptación poco eficientes o mala adaptación generada por algunos sectores productivos.
- Al revisar los mayores cambios en superficie de la clasificación climática de Lang por departamentos, hacia climas más secos, se identifica que los departamentos de Magdalena y Cesar pasarían de tener climas semihúmedos y semiáridos (principalmente) a tener condiciones áridas y semiáridas, respectivamente.
- En los departamentos de Bolívar, Tolima, Cundinamarca, Huila y Valle del Cauca, se podrían esperar cambios más drásticos, puesto que se cambiaría de climas húmedos y superhúmedos principalmente, a climas semihúmedos, semiáridos y áridos. El rango de variación es mucho más amplio del que se esperaría para el periodo 2011 a 2040.

Zonas costeras e insulares

- Para la zona insular de San Andrés y Providencia, los escenarios llamados muchas veces “pesimistas” muestran reducciones cercanas al: -6,7%; -7,0% y -10,0% para los tres períodos de referencia de clima futuro que se estudiaron (2011-2040; 2041-2070 y 2071-2100, respectivamente).
- De presentarse para el año 2100 un ascenso del nivel del mar en un metro, la población que se vería afectada estaría por el orden de 1,4 a 1,7 millones de habitantes, equivalentes entre 2 y 3% de la población nacional en ese mismo año; de estos porcentajes, 80% corresponde al Caribe y 20% al Pacífico.
- Aproximadamente 55% de la población del litoral Caribe estará expuesta a los efectos directos de la inundación marina. De la población afectada, aproximadamente 90% se encuentra localizada en las cabeceras municipales, en tanto que la restante se distribuye en forma dispersa en las áreas rurales. Los centros urbanos que más población presentan en las zonas de amenaza corresponden a: Cartagena, San Juan de Urabá, Turbo, Ponedera y Puerto Colombia, al igual que el área rural de Cartagena.
- En el litoral Pacífico, alrededor de 41% de la población sería afectada por la inundación marina debida al ascenso del nivel del mar. De dicha población afectada, aproximadamente 36% se encuentra localizada en cabeceras municipales, en tanto que la población restante se distribuye en forma dispersa en el sector rural. Las cabeceras municipales de Tumaco, El Charco, Nuquí, Juradó, Santa Bárbara y Olaya Herrera son las que más población urbana concentran en las zonas con alguna posibilidad de inundación.
- Con el ascenso del nivel del mar en un metro se podría causar una inundación estimada, mayor del 10% de la isla de San Andrés, representado en áreas de marismas, cordones litorales, rellenos artificiales y algunas terrazas coralinas bajas cubiertas por mangle. En estas áreas se verían afectadas zonas urbanas de uso residencial y comercial, así como el puerto de la isla. En las islas de Providencia y Santa Catalina, el área expuesta a la inundación representa 3,8% del área de las islas, donde se incluyen sectores actualmente ocupados por zonas residenciales, comerciales y públicas, entre las cuales se encuentra el puerto de Providencia. También se verían afectadas las zonas de interés turístico de las bahías de Manzanillo, Suroeste y Agua dulce, donde podría presentarse el retroceso de los cordones de playa y la inundación de las marismas.

- Las zonas costeras e insulares de Colombia que se clasificaron como críticas fueron: Cartagena de Indias, Barranquilla y Santa Marta para el Caribe, y Tumaco y Buenaventura para el Pacífico. De lo anterior, Cartagena y Tumaco son las que mayores índices de vulnerabilidad presentan para el Caribe y el Pacífico respectivamente.

Áreas con infraestructura para generación hidroeléctrica

- Se destaca el alto (37%) y muy alto impacto (6%) que se podría llegar a tener en la capacidad de generación hidroeléctrica (efectiva neta para el periodo 2011 a 2040) en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila y Nariño, lo cual de manera relativa, alcanzaría alrededor del 43% sobre el total existente.
- De la capacidad proyectada (energía media), la cual refleja en parte la mayor capacidad de generación que se podría tener al futuro (2011 a 2040) con alto y muy alto impacto; se destacan los departamentos de Antioquia (10%), Santander (9%), Tolima (6%), Huila (5%) y Cundinamarca (5%). Tal identificación se debe tomar de forma relativa con respecto a los proyectos ubicados en otros departamentos.
- Al acumular los impactos, alto y muy alto, en la capacidad de generación que se podrían presentar en la totalidad de los proyectos para el futuro, se encuentra una cifra similar (43%) a la encontrada en los proyectos que actualmente se encuentran en operación, para el periodo 2011 a 2040.

5. ADAPTACIÓN

La adaptación es el ajuste que realizan los sistemas naturales o humanos, en respuesta a los estímulos o efectos climáticos (reales o esperados), que atenúa los daños que ocasionan o, que explota o potencia las oportunidades beneficiosas (IPCC, 2007).

La adaptación al cambio climático es una gestión importante y compleja, que presenta desafíos, en particular para los países en desarrollo (UNDP¹⁴, 2008). Los impactos del cambio climático ya están afectando dichos países, en particular los pobres y más vulnerables, porque cuentan con menos recursos sociales, tecnológicos y financieros para la adaptación. Además, el cambio climático afecta el desarrollo sostenible de los países, así como su capacidad de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (ODM) para el año 2015.

Como se observa en el análisis de vulnerabilidad, el país es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. Para lo anterior, además del esfuerzo nacional es necesario contar con recursos económicos y apoyo internacional.

Se espera que con la implementación de las medidas de adaptación propuestas se disminuyan los impactos y la vulnerabilidad del país y se atenúen los efectos ambientales, económicos y sociales planteados, razones que promueven un sistema de monitoreo eficiente que evalúe la pertinencia y efectividad de las medidas de adaptación además de permitir reorientar las acciones cuando haya lugar.

5.1 LINEAMIENTOS PARA LA ADAPTACIÓN

Dados los avances que tiene Colombia en materia de política y normativa ambiental y sectorial, las acciones de adaptación propuestas se orientan en buena medida a fortalecer acciones ya emprendidas pero que requieren considerar las variables climáticas en su planeamiento y ejecución. Uno de los principales esfuerzos es la necesaria articulación de las políticas, planes y programas sectoriales con las acciones ambientales, considerando el cambio climático para buscar sinergias y evitar malas adaptaciones que vayan en detrimento de los esfuerzos de otros sectores productivos respecto al cambio climático.

Se proponen estas líneas estratégicas generales las cuales deben ser desarrolladas, estructuradas y detalladas posteriormente a través de un Plan Nacional de Adaptación en el marco de lo señalado tanto en esta SCN como en el Conpes de Cambio Climático actualmente en ejecución en el DNP.

5.1.1 Fortalecer la gestión de la investigación y la transferencia del conocimiento

Es prioritario tener una base de estudios que respondan a las necesidades de los tomadores de decisiones de los sectores y ecosistemas más vulnerables. Por tanto, se requiere de soportes confiables que permitan interrelacionar las variables climáticas con la base de la resiliencia de los ecosistemas y sectores productivos del país, entre los cuales los más sensibles y vulnerables son: a) agropecuario; b) salud; c) ecosistemas costeros, marinos e insulares; d) ecosistemas de alta montaña y paramos; e) sistemas hídricos; f) infraestructura; g) sistema energético y, h) ecosistemas secos.

14 United Nations Development Programme: Pnud siglas en español.

El enfoque propuesto en este lineamiento, se orienta hacia el mejoramiento del flujo de información, hacia la Investigación en sectores productivos, ecosistemas, biodiversidad y población y a la investigación en indicadores socioeconómicos.

5.1.2 Fortalecer la gestión del riesgo

Son importantes los avances en las investigaciones, y la disponibilidad de recursos y aumento de capacidades en el manejo integral del riesgo, no obstante éstos deben reenfocarse para lograr los mejores resultados costo-efectivos, además de servir de soporte para salvaguardar las comunidades, el capital natural y la infraestructura ante los efectos del cambio climático. Así se plantea la necesidad de hacer investigación aplicada a mediano y largo plazo para el manejo integral del riesgo considerando las variables climáticas y en la necesidad de fortalecer y profundizar los mecanismos de transferencia del riesgo especialmente hacia el sector agrícola, considerando los cambios en el clima.

5.1.3 Mejorar el uso del territorio como estrategia para disminuir la vulnerabilidad

Se considera necesario lograr un mayor equilibrio entre los procesos de urbanización y la mejora en las condiciones de vida en los ámbitos rurales, para disminuir la concentración de habitantes en las grandes ciudades, lo cual puede fortalecerse garantizando condiciones de paz duradera, dando acceso a las poblaciones rurales a los servicios sociales de manera alternativa e innovadora, reforzando la generación del empleo rural orientado a las generaciones y al género, fortaleciendo los ámbitos locales en sus capacidades de gobernabilidad y gestión, y garantizando los niveles de uso y acceso a los recursos naturales por parte de las poblaciones locales.

Una de las vías por medio de la cual se concreta la gestión de recursos naturales es la ordenación del territorio, que pretende proporcionar, de acuerdo con la política económica, una organización de los asentamientos y actividades humanas que responda a los objetivos de sostenibilidad ambiental y calidad de vida

En tal contexto, se hace necesario que los distintos planes de ordenamiento y uso del territorio incluyan el tema de cambio climático y sus efectos. Los temas específicos que se desarrollan en la estrategia con la Inclusión de la gestión del riesgo y del cambio climático en los instrumentos de planeación del territorio y la profundización en los instrumentos de ordenamiento del territorio como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA).

5.1.4 Reducción de los impactos ambientales, económicos y sociales.

En el ámbito de la integración de medidas de adaptación y mitigación, se deben hacer evaluaciones de la vulnerabilidad del recurso hídrico a escala regional y local, en términos de disponibilidad, demanda y déficit hídrico bajo escenarios de cambio climático, priorizando sectores que dependen de la oferta, tal es el caso de los sectores agrícola, generación eléctrica, servicios públicos (acueductos veredales y municipales).

Considerando que la matriz energética del país es de carácter hidráulico (más de 64%) y, por lo tanto, altamente dependiente de disponibilidad del recurso hídrico, se requiere investigar la vulnerabilidad y disponibilidad de dicho recurso bajo escenarios de cambio climático. Esta investigación deberá incluir un análisis sobre la función de regulación que efectúan los ecosistemas forestales en el ciclo hidrológico para las diferentes cuencas abastecedoras de reservorios, permitiendo así validar e incorporar medidas de conservación y restauración en coberturas forestales como respuesta ante el cambio climático para asegurar la oferta energética.

El sector agropecuario, de acuerdo con los análisis de vulnerabilidad, será uno de los más afectados por el cambio de las condiciones del clima. Por ello, es necesario fortalecer y profundizar los mecanismos de transferencia del riesgo de los agricultores y, en especial, de los pequeños productores en las comunidades más pobres, pues en éstos es donde se prevé que se presenten las mayores afectaciones.

Igualmente es necesario hacer un análisis entre las diferentes políticas de desarrollo sectoriales para evitar que se presenten conflictos entre los sectores alrededor de bienes ambientales como el agua; es así como el plan de desarrollo minero debe articularse con los planes de expansión agrícola, forestal y pecuarios evitando, en cualquier evento, que prevalezcan acciones denominadas como "mala adaptación", es decir acciones que al contrario de mejorar la resiliencia del país ante el cambio climático tienda a empeorar esta situación.

5.1.5 Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades vulnerables

Es necesario integrar las políticas de pobreza al desempeño sostenible de los mayores sectores productivos del país, y que a su vez serán afectados en su capacidad productiva por el cambio climático. La generación de empleo y la integración de sectores marginados de la población a las estrategias de cambio climático son sin duda una oportunidad

de desarrollo para el país. En el marco de los resultados de los proyectos piloto de adaptación al cambio climático se ha destacado la importancia de la participación ciudadana a través de los diferentes espacios y mecanismos en el proceso de formulación de medidas de adaptación, con el fin facilitar la interiorización de las metas y resultados. Por lo expuesto se plantean acciones relacionadas con: a) Diseño de políticas de reducción de la pobreza considerando el cambio climático, b) Disminución de la afectación económica por el impacto climático y c) Fortalecimiento de la organización social.

5.1.6 Diseñar e implementar un arreglo institucional adecuado para la adaptación.

Se considera necesario orientar la atención al desarrollo de la capacidad adaptativa y la resiliencia basada en una mejor coordinación del Estado para poder afrontar situaciones adversas y la incertidumbre resultante de procesos de cambio climático global. Esto puede alentarse por medio del fortalecimiento de las redes de protección social y de los procesos de descentralización de la gestión pública, el desarrollo de una cultura de prevención, como parte del ciclo de gestión de riesgos, y la revalorización y el diálogo efectivo de saberes entre el conocimiento local y el científico.

Para su desarrollo se exponen acciones relacionadas con los siguientes programas: a) Desarrollo de acciones y acuerdos interinstitucionales para el diseño e instrumentación de un Plan Nacional de Adaptación, b) Diseño e instrumentación de mecanismos de integración nacional, regional y local, c) Potenciación de sinergias interinstitucionales, d) Planeación a largo plazo y e) Coordinación interinstitucional en el diseño y desarrollo de políticas, planes, programas y acciones de los sectores productivos y de éstos con el sector ambiental.

5.1.7 Valorar y proteger la base productiva a partir de los bienes y servicios de la biodiversidad

Además de la necesidad de mejorar la infraestructura y capacidad tecnológica en temas climáticos, y el diseño de infraestructura resiliente al cambio climático, se reconoce que los ecosistemas suministran servicios vitales tales como agua potable, protección, hábitat, alimentos, materiales frescos, materiales genéticos, una barrera frente a los desastres, una fuente de los recursos naturales y muchos otros servicios ecosistémicos sobre los cuales las personas dependen de su sustento.

En este sentido, se plantea que la adaptación al cambio climático debe considerar los ecosistemas en el diseño de las medidas dado que éstos son soporte y generan bienes, insumos y servicios fundamentales para los sectores productivos.

5.1.8 Fortalecer la gestión de cooperación y recursos para la adaptación

Las instituciones colombianas, especialmente las ambientales, están realizando importantes esfuerzos para financiar los proyectos relacionados con el cambio climático, sin olvidar el apoyo significativo de la cooperación internacional. No obstante, debido a la magnitud y complejidad del tema y a sus efectos potenciales, el país tendrá que disponer de más recursos propios e internacionales para comprender el fenómeno y, sobre todo, para diseñar y poner en marcha las medidas de adaptación, especialmente en sectores no ambientales.

No obstante lo anterior, con el fin de evitar la dispersión de esfuerzos y lograr la mayor efectividad en la implementación de futuros proyectos de adaptación, se deben diseñar de manera prioritaria el Plan Nacional de Adaptación nacional para orientar los recursos externos y así mantener la unidad de criterio en el desarrollo y obtención de resultados aplicables de manera más coherente dentro de un marco de referencia para la acción.

5.2 ACTORES PRINCIPALES Y GESTIÓN PARA LA ADAPTACIÓN

De las diferentes instituciones que participaron en los proyectos piloto de adaptación o que lideran otras acciones relacionadas con el tema de adaptación al cambio climático, en sinergia con entidades nacionales, locales o regionales se destacan: MAVDT, MADR, DNP, Ideam, Invemar, IAvH, Parques Nacionales Naturales, Corpoica, Universidad Nacional de Colombia, Colciencias¹⁵, Cruz Roja Colombiana, CI-Colombia, WWF-Colombia, Universidad del Cauca, entre otras.

¹⁵ Actualmente "Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación".

5.3 LOGROS DE PROYECTOS PILOTO DE ADAPTACIÓN EN EL PAÍS

5.3.1 Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana

Este proyecto hace parte del Programa Holandés de Asistencia para Estudios sobre Cambio Climático (NCCSAP), y fue ejecutado por el Invermar para estudiar la definición de la vulnerabilidad y de las medidas de adaptación de los sistemas biogeofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad en las costas Caribe y Pacífico de Colombia, en el evento de un posible ascenso en el nivel del mar.

Dicho proyecto, que finalizó en julio de 2003, permitió identificar las áreas críticas, realizar un Plan de Acción teniendo en cuenta el resultado de vulnerabilidad “alta” de las zonas costeras colombianas frente a un posible Ascenso en el Nivel del Mar (ANM), junto con la definición de acciones prioritarias a desarrollar en las zonas costeras colombianas para los periodos: 2002 a 2012, 2012 a 2030 y 2030 a 2100.

De los avances obtenidos se destacan: la conformación de una Red de Centros de Investigación para la cooperación interinstitucional y el intercambio de información en materia de ciencias marinas y de extensión en la temática de cambio climático¹⁶. La generación de insumos importantes sobre geomorfología, coberturas, ecosistemas, sistemas productivos y usos de la zona costera, en el Laboratorio de Sistemas de Información LabSIS del Invermar. La formulación del “Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (Plan de Acción 2009 - 2019)”.

Se destacan igualmente, elementos con relación a los planes de desarrollo y al riesgo de las zonas costeras con relación a las amenazas naturales que las afectan, además de las medidas de mitigación que han sido incluidas o están siendo involucradas en los planes de ordenamiento territorial (como el POT de Tumaco, Cartagena, y los EOT de Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y Arboletes).

5.4 PROYECTO PILOTO NACIONAL DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO (Inap)

El proyecto INAP con coordinación técnica general del Ideam y administrativa de Conservación Internacional-Colombia, ha venido desarrollando acciones en cuatro componentes específicos que resultaron de las conclusiones de la primera comunicación, sobre las variables ambientales y de salud más afectadas.

Este proyecto, financiado por el GEF – Banco Mundial, enfoca sus acciones en generación de información confiable sobre cambio climático (Componente A), lo cual es efectuado por el Ideam quien también coordina el diseño e implementación de un programa de adaptación en ecosistemas de alta montaña (Componente B). El desarrollo de un programa de adaptación insular continental está a cargo del Invermar y el desarrollo de un programa de adaptación insular oceánico lo desarrolla Coralina (Componente C). El Instituto Nacional de Salud, busca disminuir la morbilidad de malaria y dengue a través del diseño e implementación de un Sistema Integrado de Vigilancia y Control (SIVCMD) que responda a los posibles cambios en las dinámicas de transmisión y exposición, inducidos por el cambio climático (Componente D).

El proyecto INAP ha permitido un avance en la capacidad del país para la producción y difusión de información climática, la elaboración de escenarios de cambio climático y el fortalecimiento de la capacidad técnica y científica. Adicionalmente ha promovido el desarrollo de medidas de adaptación claves para reducir la vulnerabilidad del macizo de Chingaza, junto con el monitoreo del área glaciar en los nevados relacionados con el ciclo del agua; la reducción de los impactos negativos en la regulación hídrica de la cuenca del río Blanco por medio de restauración ecológica participativa del paisaje; la adopción de modelos de planificación del uso de la tierra incorporando los impactos del cambio climático en los municipios de La Calera y Choachí, a través de Planes de Vida Adaptativos; además de la adaptación de los sistemas productivos al cambio climático, a través de la capacitación de comunidades locales en agroecología y agricultura orgánica.

Con respecto a los adelantos del programa de adaptación en las áreas insulares del Caribe colombiano se han concretado algunas medidas como es el establecimiento del Sistema de Observación de los Océanos (GOOS) en el Caribe Occidental, mediante la instalación de estaciones de monitoreo y la instalación del Centro de Administración de Datos (CAD). Adicionalmente, se han construido sistemas de manejo integral del agua, un sistema de monitoreo de erosión costera, y un documento preliminar de política poblacional para el Archipiélago de San Andrés y Providencia, con la participación de las comunidades locales.

En lo atinente al componente D, se está evaluando el dengue y la malaria en algunas ciudades y municipios, con el uso de modelos estadísticos, lo cual ha permitido proponer ciertas medidas de adaptación para evitar la reproducción del vector del dengue, tanto en su biología como por el impacto de algunas actividades humanas.

5.5 PROGRAMA CONJUNTO: INTEGRACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MACIZO COLOMBIANO

El Programa conjunto parte del análisis conjunto del país realizado por el Sistema de Naciones Unidas (SNU) y las prioridades definidas por el Gobierno a través del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Los socios del programa son: el Departamento Nacional de Planeación (DNP), MAVDT, Ideam, Corporación Autónoma Regional el Cauca (CRC), municipios de Puracé y Popayán, Cabildos indígenas del pueblo Kokonuko y la Asociación Campesina Asocampo.

El área piloto del programa es la Cuenca alta del río Cauca en los municipios de Puracé y Popayán y cuenta con 11.219 habitantes aproximadamente, distribuidos en los Resguardos Indígenas de Puracé, Kokonuco, Paletará, Quintana, junto con la comunidad campesina asociada en Asocampo, Asproquintana, sectores campesinos de Poblazón y Paletará.

A partir de los resultados del análisis de vulnerabilidad del área piloto del Programa y de la línea base de objetivos de desarrollo del milenio (ODM) para los municipios de Puracé y Popayán, se definieron tres grandes ejes como guías del plan de adaptación y en los cuales se han venido desarrollando las medidas de adaptación propuestas con la comunidad: 1) Agua segura, 2) Comida segura y, 3) Fortalecimiento de capacidades.

En el tema de agua segura se plantea: la construcción participativa de modelos piloto (en viviendas y escuelas) con tecnologías apropiadas de almacenamiento, manejo y saneamiento de agua, con atención prioritaria a las mujeres. El fortalecimiento de la capacidad de gobierno sobre el agua por parte de las autoridades locales y las juntas veredales. Priorizar áreas con capacidad de regulación hídrica: Bosques de Galería y el Bosque Natural Denso. Diseño e implementación de acciones de almacenamiento con uso colectivo y familiar del recurso, además de la regulación de corrientes, con base en los impactos las sequías y excesos hídricos. Generar apropiación comunitaria de nuevas prácticas sanitarias para manejar los riesgos del cambio climático en la salud. Fortalecer capacidad local de monitoreo hidrometeorológico. Implementación de sistemas de alertas tempranas y planes locales de emergencias comunitarias. Definición de áreas inseguras debido a amenazas naturales recurrentes.

Para el tema de comida segura se plantea: identificar y desarrollar alternativas de producción y generación de ingresos sostenibles. Acciones para mejorar la producción de alimentos y la dieta alimentaria para mejorar niveles de nutrición con prioridad para las mujeres cabeza de hogar. Manejo de agroquímicos en la vivienda y escuela (almacenamiento). Priorizar la incidencia en el plan municipal de seguridad alimentaria y la incorporación de la gestión del riesgo en el EOT. Generar valor agregado con enlaces productivos (Trueque). Mejora de la estructura de fondos rotatorios con capacitación para mejores prácticas (capitalización). Iniciar procesos de reconversión de usos del suelo con ordenamiento y planificación de la producción agropecuaria que permitan liberar áreas para conservación y conservación hídrica, establecimiento de banco de semillas y parcelas de paso para adaptación climática de material vegetal de propagación. Arreglos productivos de agrosistemas a partir de "buenas prácticas" y enriquecimiento de la biodiversidad en términos de germoplasmas más flexibles o adaptables entre un piso bioclimático y otro. Realización de un proceso de ordenación basado en la consolidación de una producción sostenible, la definición de áreas para la restauración ecológica enfocada en la regulación hídrica.

El tema de fortalecimiento de capacidades es una estrategia trasversal a las anteriores y comprende: propuestas educativas para el relevo generacional y la preparación ante el cambio climático, empoderando a los jóvenes como agentes de acciones positivas y de cambio. Incorporar estrategias diferenciadas con enfoque de género y aspectos étnico-culturales en la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático para facilitar el logro de los ODM. Analizar la participación de las mujeres en la toma de decisiones, diseño, promoción de las acciones. Fortalecer capacidades en las autoridades regionales, municipales, ambientales y tradicionales con énfasis en la prevención de riesgos y la planificación del territorio (incluye: sensibilización de los riesgos climáticos, fortalecimiento organizativo, capacitación técnica para la adaptación, educación a la comunidad con énfasis en instrumentos de la educación formal y desarrollo normativo).

6. EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN A PÚBLICOS

En este capítulo se destacan las acciones realizadas por Colombia en torno al Artículo 6, principalmente lo efectuado entre los años 2007 y 2009 y se plantean las acciones las líneas estratégicas para extender el

conocimiento sobre los temas de cambio climático en el país. El enfoque se orienta de acuerdo con las líneas de acción establecidas en el Programa de Trabajo de Nueva Delhi en torno al Artículo 6: 1) promoción de la participación ciudadana; 2) acceso a la información; 3) creación de conciencia; 4) capacitación; 5) educación y 6) cooperación internacional (CMNUCC, 2002).

Respecto a la promoción de la participación se tiene que en los últimos años se ha registrado un incremento en la participación de la población en los temas de cambio climático en el país, como resultado de iniciativas lideradas por el gobierno, la sociedad civil, la academia, los gremios, los medios de comunicación y las comunidades. Las ONG han desempeñado acciones que promueven acciones y resultados sobre la concienciación y participación ciudadana. Asimismo, es relevante la participación de los niños y jóvenes a través de actividades de educación formal, no formal e informal.

Por su parte los medios de comunicación de radio, prensa, televisión y portales de internet, entre otros, han jugado un papel importante en el acceso a la información por ser la fuente masiva más importante para el acceso ciudadano a información sobre los temas de cambio climático. Uno de los esfuerzos del gobierno nacional en esta área es el portal de internet (www.cambioclimatico.gov.co), donde se destacan aspectos generales, legales, técnicos y científicos del cambio climático. Asimismo, en las páginas web del MAVDT (www.minambiente.gov.co); la página del Ideam (www.ideam.gov.co) y el portal del Sistema Nacional de Información Ambiental (www.siac.gov.co), se puede tener acceso a información sobre el tema.

Entre las actividades que se realizan para fortalecer la conciencia sobre el cambio climático se encuentran: la realización de campañas, eventos, jornadas de sensibilización, producción de materiales divulgativos, eventos académicos, científicos e investigativos, entre otros. Una propuesta que debería implementarse en los centros de educación superior e intermedia se orienta a la creación de cátedras libres de análisis sobre el conocimiento relacionado con el cambio climático.

Colombia, con el apoyo de diferentes entidades nacionales e internacionales, ha promovido la realización de cursos, seminarios y encuentros para el intercambio de experiencias; entre algunos de los eventos internacionales desarrollados entre los años 2008 y 2009 se encuentran: Curso Generación de Escenarios de Cambio Climático Regionalizado; Seminario Iberoamericano de Escenarios de Cambio Climático; Taller de Evaluación de Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Iberoamérica; V Encuentro Anual de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático, y Encuentro Internacional de Investigadores del Grupo de Trabajo de Nieves, Hielos Andinos y del Caribe.

El país cuenta con avances significativos en los procesos de educación ambiental tanto en la educación formal, como en la no formal, a través de las nueve estrategias de la Política Nacional de Educación Ambiental (MMA & Ministerio de Educación Nacional, 2002). Estos avances son el resultado del trabajo interinstitucional e intersectorial en el tema, sin embargo, aún no se cuenta con estadísticas detalladas al respecto.

Algunas de las acciones desarrolladas que más se destacan son: el Portal web nacional sobre cambio climático www.cambioclimatico.gov.co; la campaña nacional La Hora del Planeta liderada por WWF con el apoyo del MAVDT; el concurso de Bayer Encuentro Juvenil Ambiental en el tema de cambio climático; la realización del Primer video de adaptación al cambio climático, lanzado en el Marco de la Décimo Tercera Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Bali –Indonesia en el 2007-; y la realización de la Feria internacional del medio ambiente -FIMA-.

6.1 GENERALIDADES DE LA ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN

El objetivo principal de la estrategia es establecer directrices que contribuyan en la creación de capacidades a nivel local, regional y nacional en los temas de cambio climático por medio de la implementación, seguimiento, acompañamiento y evaluación, de medidas que promuevan el acceso a la información, fomenten la conciencia pública, la capacitación, la educación, la investigación y la participación.

Por otra parte, los ejes estratégicos definidos para implementar la estrategia son: 1) Participación; 2) Acceso a la información; 3) Conciencia pública; 4) Capacitación; 5) Educación; 6) Investigación. Estas serán las líneas sobre las cuales girará el accionar de las diferentes instituciones en el nivel local, regional y nacional.

Por último, el seguimiento y evaluación de la estrategia mencionada será un trabajo a desarrollar de manera conjunta entre las entidades encargadas de promover dicha estrategia, el Ideam y el MAVDT. Teniendo en cuenta que el Programa de Trabajo de Nueva Delhi será revisado a nivel mundial en los años 2010 y 2012, Colombia realizará dos revisiones preparatorias en los mismos años, con la respectiva publicación de los resultados.

7. OBSTÁCULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES

7.1 RETOS PARA LA COORDINACIÓN

Si duda, uno de los mayores desafíos para enfrentar el cambio climático consiste en la mejora de la coordinación interinstitucional. Dicha coordinación deberá permitir reducir el impacto negativo por el cambio climático a través de: a) El incremento de la resiliencia de las comunidades, la cual debe partir del trabajo y acuerdo con las comunidades; b) Fortalecimiento de las entidades encargadas de soportar y orientar las medidas de adaptación; c) Avanzar en los modelos regionales y locales que permitan establecer la simulación y determinación de escenarios que conduzcan a una evaluación del riesgo individual y agregado por sectores dependientes de los bienes y servicios ambientales amenazados; d) Aumento de la capacidad individual de las economías campesinas más vulnerables, diferenciando los diferentes cultivos y asociaciones que den mayor seguridad alimentaria; e) Aumentar la capacidad de amortiguación de los efectos de eventos extremos y; f) Fortalecer la creación de grupos regionales de investigación aplicada para optimizar la sinergia entre países con similares retos, además de alcanzar mayor eficiencia en la integración de fortalezas y experiencias de los países más avanzados en el proceso de investigación, aplicación y evaluación de resultados.

7.2 PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Si bien el país tomó la iniciativa en la implementación de los proyectos expuestos en el capítulo de adaptación, es prioritario generar una estructura nacional con la participación de las diferentes entidades e involucrados, donde los ejes prioritarios son:

- Gestión del recurso hídrico superficial y subterráneo de manera transversal, en el cual se integran los diferentes sectores energético, agrícola, industrial, etc.
- Diseño e implementación de las medidas de adaptación, basadas en una evaluación previa de la vulnerabilidad, de tal forma que involucre tanto los bienes y servicios que prestan los ecosistemas, la optimización de la ordenación territorial, junto con las variables socioeconómicas y condiciones técnicas para establecer la capacidad de adaptación al cambio climático.
- Evaluación de los riesgos asociados con los eventos extremos, relacionados principalmente con las variables hidrometeorológicas.
- Valoración de la vulnerabilidad, con base en la metodología presentada en la SCN, con el fin de permitir la interrelación y discusión entre los diferentes sectores, ecosistemas y grupos de interés.

7.2.1 Arreglo institucional y lineamiento para los planes nacionales de adaptación/mitigación

Una oportunidad de alcanzar las mejores inversiones costo-efectivo de los recursos, debe ser a partir del programa nacional de adaptación, soportado en la participación abierta y expedita de los intereses de las poblaciones o comunidades más vulnerables. Por lo anterior, es importante que el país construya un programa nacional de adaptación, no con la finalidad de sumar de intereses, sino con la opción de un incremento real de apoyo oportuno y práctico de las capacidades existentes entre las diferentes instituciones.

Se requiere dentro de dicho plan de adaptación, concentrarse en una planificación nacional – regional y local que integre a partir de indicadores para el desarrollo sostenible, señales claras de la evolución de la capacidad organizativa, la tecnología, el conocimiento y las habilidades de las instituciones.. Para la formulación e implementación de dichos planes nacionales de adaptación y mitigación, se requiere una estructura que permita llevar a cabo la coordinación con toda la capacidad, voluntad y respaldo normativo necesarios para resolver los desafíos mencionados.

Es importante incluir la depreciación o el consumo del capital natural para lograr un bienestar económico sostenible, en el cual no se descienda de una generación a otra, e incluso pueda mejorar. En otras palabras, mantener las riquezas más estratégicas (biodiversidad) como el valor de la base productiva de una economía compuesta de capital de origen humano, capital natural, conocimientos, instituciones y capacidades.

Con tales propósitos se debe buscar un ajuste al desarrollo, de manera que las medidas de adaptación aumenten la resiliencia de las comunidades y de sus medios de vida, con la construcción de una seguridad territorial basada en los activos y capitales más duraderos. Dicha estrategia además de necesaria, deberá ser el punto de partida para enfrentar el cambio climático en el país, pues contribuye a la lucha contra la pobreza y al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Los análisis de los efectos del cambio climático se deben ampliar en el alcance y plazo sobre ecosistemas, tales como: alto andinos, zonas áridas y semiáridas, humedales, ciénagas, estuarios, valles interandinos, al igual que los efectos sobre los recursos pesqueros, los cultivos de subsistencia, las selvas Pacífica y Amazónica, etc.

7.3 NECESIDADES TÉCNICAS Y FINANCIERAS

7.3.1 Necesidades técnicas

Gestión de la información

Con respecto a la generación de información suficiente y confiable para los futuros inventarios de Gases Efecto Invernadero, es necesario tener acciones como: el fortalecimiento y ajuste de los instrumentos de captura de información sectorial detallada. Tal gestión debe permitir un cálculo más preciso y exacto del inventario de GEI.

Los resultados obtenidos en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para Colombia dejan en claro la necesidad de generar información sectorial con mayor especificidad y detalle, para promover la construcción de factores de emisión para el país. Esta necesidad conlleva el compromiso interinstitucional en la generación y suministro de la información detallada y a las escalas necesarias, porque aun teniendo la participación de las entidades sectoriales con las funciones y conocimientos en el tema¹⁷ y que fueron soporte y enlace para la entrega de la información.

Con respecto a los análisis de vulnerabilidad, es prioritario tener una base de estudios que respondan a las necesidades de los tomadores de decisión de los sectores más vulnerables. Por tanto, se requiere de soportes confiables que permitan su interrelación entre las variables climáticas tomando como base la sostenibilidad de los ecosistemas y sectores productivos del país, entre los cuales los más susceptibles y vulnerables son: a) agropecuario; b) salud; c) litorales marinos; d) sistemas hídricos; e) infraestructura vital, entre otros, por causa de eventos climáticos extremos.

Adicionalmente, es procedente tener en cuenta la orientación de las gestiones ambientales dentro del ámbito instrumental, soportado con el manejo de la incertidumbre en la toma de decisiones.

Investigación participativa y aplicada para los sectores más vulnerables

Teniendo en cuenta los efectos potenciales sobre los procesos productivos de las medidas de mitigación de emisiones de GEI, se encuentra necesario trabajar en proyectos que permitan calcular para los diferentes sectores, el potencial impacto económico de posibles escenarios o proyectos de mitigación.

La investigación relacionada con los escenarios futuros de clima, debe seguir avanzando y consolidándose en el país; esta necesidad es uno de las más importantes y más complejos debido a la necesidad de contar con múltiples escenarios en escalas temporales y geográficas distintas que permitan hacer un análisis con menor incertidumbre sobre las amenazas futuras que Colombia enfrentará. Para esto El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, se debe fortalecer como la entidad nacional para avalar y estructurar toda la información y modelos de centros de investigación, universidades y proyectos para construir una base de datos confiable que permita a los tomadores de decisión de todos los sectores establecer un análisis certero de la situación futura del clima.

Se necesitan mecanismos innovadores para compartir riesgos y hacer frente a los nuevos desafíos que plantean los efectos adversos del cambio climático, incluidas la pérdida de biodiversidad, avanzando con la degradación de la tierra. Todo ello valorado con el fin de crear un subsidio por la adicionalidad impuesta de los riesgos del cambio climático, a ser cubierto por los responsables del nuevo margen o banda derivada del forzamiento atropógeno externo a Colombia.

Desde el ámbito de la investigación sobre la biodiversidad, resulta de gran importancia y urgencia, introducirle a la mayoría de las investigaciones, criterios de autosostenibilidad económica..

Cooperación Técnica

Es necesario aunar esfuerzos para a fortalecer los vínculos entre los diagnósticos y las orientaciones nacionales, junto con las capacidades de gestión de los territorios.

¹⁷ La conformación de las mesas técnicas, el intercambio de información con entidades sectoriales y el desarrollo de talleres obtener consenso en algunos temas técnicos, permitieron obtener una mejor calidad y volumen de información en comparación con el primer inventario nacional; porque la participación de gremios e instituciones gubernamentales fue determinante para decidir frente a la información y definición de conceptos técnicos.

En la misma línea, se requiere información cartográfica local, sobre los impactos del cambio climático, así como orientaciones nacionales, entre otros aspectos para: 1) Que los municipios puedan ajustar su ordenamiento territorial y preparar sus Comités Locales y Regionales para la Prevención y Atención de Desastres; 2) Que las Corporaciones Autónomas Regionales puedan ordenar el territorio, el manejo de cuencas y el acceso y uso de los bienes y servicios ambientales; 3) Que los Parques Naturales ajusten su ordenamiento y tomen medidas de adaptación que beneficien a la biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas, en concordancia con los bienes y servicios ambientales que prestan; y 4) para que los sectores productivos y las comunidades estén preparados y puedan orientar y adaptar sus actividades.

7.3.2 Necesidades financieras

Una vez se logren los acuerdos del alto gobierno, se encuentra procedente que la generación de la información, su análisis y divulgación de manera abierta y expedita se realice con y a través del Ideam; siempre y cuando las diferentes entidades ambientales, sectores productivos, centro de investigación y demás Ministerios se orienten en los mismos propósitos para avanzar en la adaptación. Todo ello será posible con los recursos financieros y técnicos necesarios para asegurar el logro de los objetivos del plan para la adaptación al cambio climático.

7.4 OTRAS NECESIDADES

Dada la complejidad ecosistémica, económica y cultural, además de la extensión y el riesgo para los involucrados, se encuentra necesario diseñar e implementar de manera coordinada con las personas afectadas, los diferentes proyectos. Tales proyectos a implementar requieren de la exigencia de conocimientos, inversiones y procesos en lo técnico y social que desbordan la capacidad de la mayoría de las instituciones y condiciones técnicas existentes en el país.

Se debe tener en cuenta que los proyectos deben enfocarse en objetivos de adaptación sostenibles a largo plazo, partiendo de los resultados iniciales, los ajustes durante el proceso y las holguras determinadas en función de modelos que reduzcan los márgenes de incertidumbre.