

las características climáticas descritas en el acápite anterior; mostrando para el futuro un clima más caliente, seco y extremo.

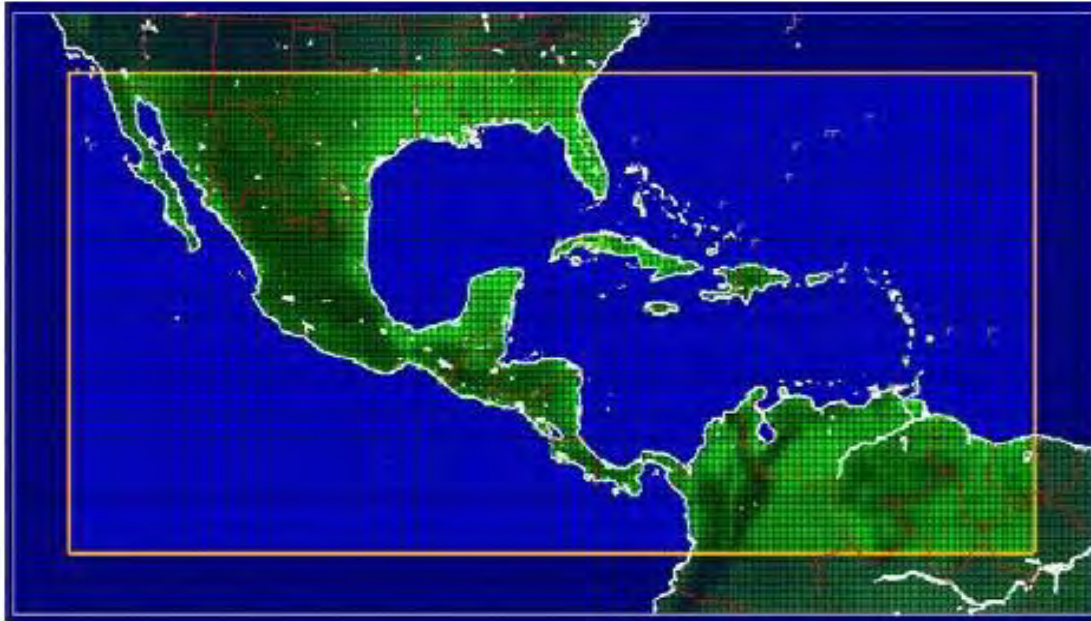


Figura 3.7 Dominio de PRECIS fijado para la realización de los experimentos.

De manera general el clima futuro de Cuba puede tener los cambios siguientes:

La temperatura media del aire puede elevarse hasta 4°C, con una disminución de la precipitación anual que, según el escenario, oscila entre el 15 y el 63%; acompañado del aumento de la evapotranspiración potencial y la evaporación real, lo que conlleva al decrecimiento progresivo de la productividad primaria neta de los ecosistemas terrestres y agrícolas así como de la densidad potencial de biomasa (Rivero R. E. et. al., 2011). Los climas subhúmedos secos avanzan en extensión desde la Región oriental al occidente; aún en los macizos montañosos orientales se establecen climas subhúmedos secos, susceptibles de desertificación (Figuras 3.8 y 3.9).

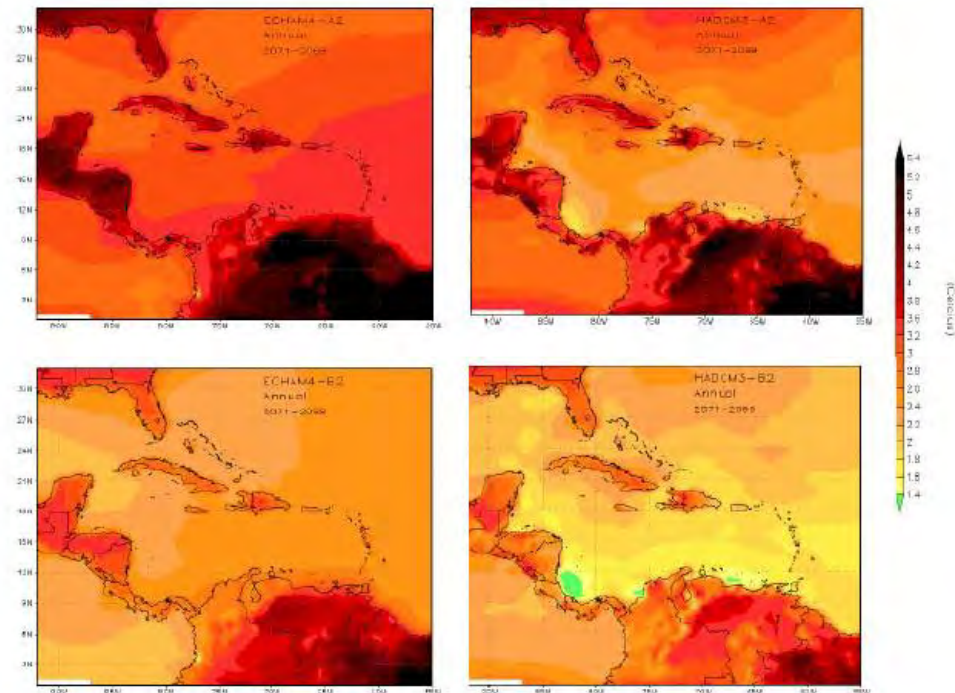


Figura 3.8 Patrones de cambio de la temperatura media anual para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2R se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha.

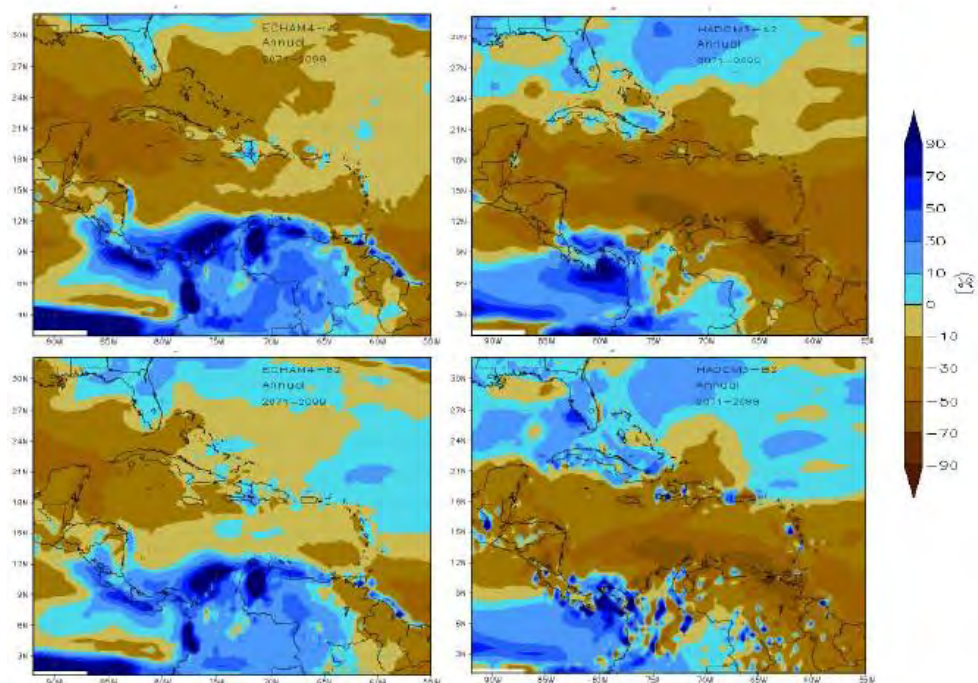


Figura 3.9 Patrones de cambio de la precipitación anual (%) para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2 se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha.

3.5 Impactos del Cambio Climático

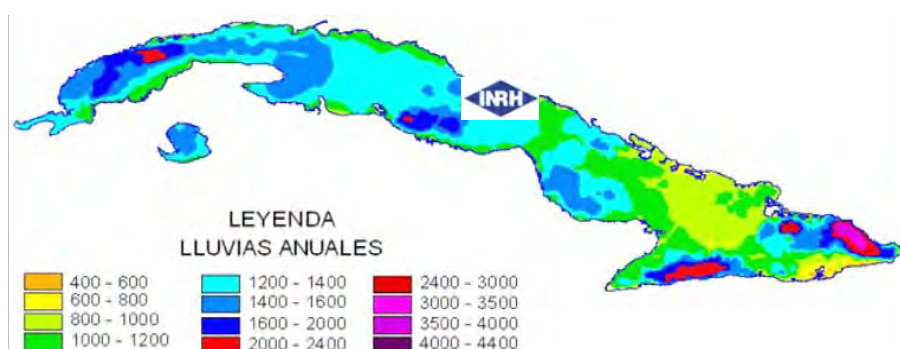
3.5.1 Recursos hídricos

En este sector la evaluación de los impactos estuvo orientada en dos direcciones: (a) el impacto sobre la distribución espacial y temporal de las variables hidrológicas, y (b) la influencia que tendría el cambio climático sobre la calidad del agua, con atención especial a la intrusión marina en los acuíferos costeros.

Los cambios en los patrones de comportamiento de las precipitaciones y su reducción, el incremento de la evaporación, conjuntamente con el incremento de la intrusión salina como consecuencia de la elevación del nivel medio del mar, afectarán la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos del país. Como consecuencia, paulatinamente aparecerán áreas con carencia de agua, que en la actualidad no la padecen, quedándose sin satisfacer las necesidades del recurso para la economía, la sociedad y la protección del medio ambiente. Se presentarán nuevos y más agudos conflictos en el uso de las aguas embalsadas, principalmente entre su uso agrícola, acuícola y el abasto, al competir entre estos y existir menos alternativas de disponibilidad de agua.

El mapa de la Figura 3.10 representa la distribución espacial de la precipitación promedio anual para el periodo 1961-2000 (INRH, 2006); este mapa, comparado con las versiones de 1931-1972 y 1961-1990 refleja una disminución general de la variable y algunos cambios en la distribución de la misma.

Las alteraciones complejas en la dinámica de las relaciones de los componentes ambientales fundamentales (agua – suelo – bosques – aguas costeras) en los ecosistemas de mayor interés (cuencas hidrográficas, zonas montañosas, bahías, humedales, zonas costeras y otros), con la ocurrencia de modificaciones en su estructura y características, incidirán en el aumento relativo de la vulnerabilidad del país ante eventos extremos. Lo anterior implica considerar la necesidad de introducir modificaciones en la actual infraestructura de prevención y protección hidrológica ante eventos de intensas lluvias (canales, diques, aliviaderos), con probables afectaciones también a la economía y a la sociedad, dados los cambios en los patrones de referencia y su incidencia en el diseño original.



Fuente: Servicio Hidrológico Nacional, 2006.

Figura 3.10 Mapa de Precipitación Promedio Anual. Período 1961 – 2000.

Se producirá un impacto en las variaciones de la disponibilidad y calidad del agua, en las condiciones sanitarias y el cuadro epidemiológico general y específico,

dependiendo de las características de estos cambios, llegando incluso al aumento de la morbilidad por enfermedades diarreicas agudas (EDA) u otras.

En lo anterior puede influir también el agravamiento de las condiciones sanitarias de las corrientes superficiales que atraviesan núcleos urbano-industriales y que se emplean como cuerpos receptores de residuales crudos o parcialmente tratados – cuestión muy frecuente en todo el territorio nacional, como resultado de la disminución relativa de sus caudales originales y de sus capacidades de autodepuración naturales.

La situación general con el recurso agua repercutirá en los hábitos y costumbres del consumo de agua, al manifestarse variaciones de sus referencias actuales, tanto por exceso como por defecto, incrementándose la sensibilidad y vulnerabilidad ante estos fenómenos (Tablas 3.1, 3.2 y 3.3).

Tabla 3.1 Balance hídrico anual del país. Línea base 1961 – 1990.

Variables	Cuba	Región Occidental	Región Central	Región Oriental
Pa	1326	1307	1279	1414
Ph	992	1091	979	880
E	1712	1720	1728	1679
ETP	1032	1008	1024	1073
Q	294	299	255	341
W	32463	9486	10754	12488

Pa y Ph son respectivamente las lámina de precipitación anual y del período húmedo (mm) calculadas por el método de las isoyetas (datos de la Red Básica Nacional); ETP, lámina de evapotranspiración real (mm), obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981); E, lámina de evaporación potencial (mm), Fórmula de Turc; Q, lámina de escurrimiento (mm) obtenida por ecuación de balance hídrico y; W, Volumen potencial de recursos hídricos (hm³).

Tabla 3.2 Balance hídrico anual según: Modelo ECHAM4, Escenario SRES A2.

Año	CUBA		Región Occidental		Región Central		Región Oriental	
	2050	2100	2050	2100	2050	2100	2050	2100
Pa	1303	1093	1281	1033	1262	1061	1385	1209
Ph	1009	866	1166	988	977	835	845	744
E	1884	2189	1876	2179	1905	2212	1864	2170
ETP	1054	963	1022	908	1049	954	1101	1042
Q	248	130	259	125	213	107	284	167
W	27446	14332	8219	3964	8994	4508	10395	6117

Pa y Ph son respectivamente las lámina de precipitación anual y del período húmedo (mm) calculadas por el método de las isoyetas (datos de la Red Básica Nacional); ETP, lámina de evapotranspiración real (mm), obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981); E, lámina de evaporación potencial (mm), Fórmula de Turc; Q, lámina de escurrimiento (mm) obtenida por ecuación de balance hídrico y; W, Volumen potencial de recursos hídricos (hm³).

Tabla 3.3 Balance hídrico anual según: Modelo HadAM3P, Escenario SRES A2.

Año	CUBA		Región Occidental		Región Central		Región Oriental	
	2050	2100	2050	2100	2050	2100	2050	2100
Pa	1247	1097	1247	1145	1210	1091	1300	1067
Ph	907	750	1006	862	897	746	788	604
E	1863	2176	1864	2161	1884	2203	1834	2154
ETP	1022	967	1006	987	1015	974	1053	946
Q	225	130	241	157	196	117	246	121
W	24867	14370	7639	4989	8254	4951	9019	4420

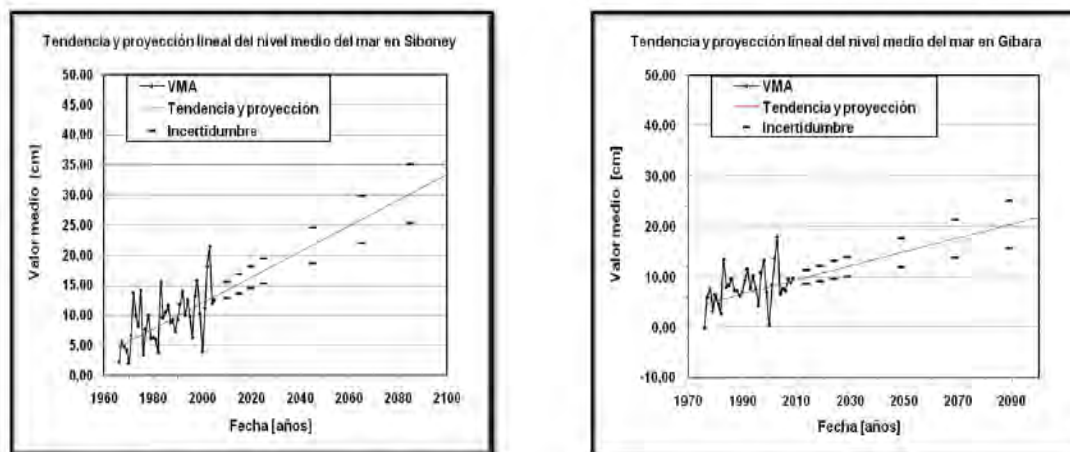
Pa y Ph son respectivamente las lámina de precipitación anual y del período húmedo (mm) calculadas por el método de las isoyetas (datos de la Red Básica Nacional); ETP, lámina de evapotranspiración real (mm), obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981); E, lámina de evaporación potencial (mm), Fórmula de Turc; Q, lámina de escurrimiento (mm) obtenida por ecuación de balance hídrico y; W, Volumen potencial de recursos hídricos (hm^3)

3.5.2 Zonas costeras y recursos marinos

La evaluación de la vulnerabilidad e impactos de la variabilidad climática y del cambio climático en la zona costera cubana, se sustenta, fundamentalmente, en estimaciones del ascenso del nivel medio del mar y la dinámica de las corrientes marinas (Figura 3.11). La costa es una región de extraordinaria importancia para el país, y lugar donde existen núcleos poblacionales de gran densidad y con tasas de crecimiento muy altas, con intensa actividad turística, industrial y marítimo - portuaria y donde existe una gran competencia entre la gestión económica y el funcionamiento de los ecosistemas.

La plataforma insular cubana, y la forma en que se relacionan los mares adyacentes a Cuba con el océano, sufrirán modificaciones significativas (Hernández et. al., 2013); entre ellas:

- Modificación paulatina de las características físico-geográficas, hidrográficas e hidroclimáticas de la plataforma insular.
- Reducción considerable de las áreas bajas de la isla de Cuba, cayerías y de la Ciénaga de Zapata, junto con la desaparición de numerosos cayos con cotas menores de 0.5 m.
- Aumento de las fluctuaciones de la marea y de las variaciones no periódicas del nivel del mar, lo cual se incrementará durante eventos atmosféricos severos.
- Retroceso máximo de la costa, llegando hasta un máximo de 7 km.
- Aumento de la velocidad de las corrientes marinas.
- Aumento de la profundidad de la plataforma.
- Incremento del intercambio entre el océano y los mares adyacentes.
- Alteración en la distribución espacial de los sedimentos, como consecuencia de cambios en el proceso de erosión - acumulación a lo largo de la costa.



Fuente: Hernández y Marzo (2011).

Figura 3.11 Proyección lineal del nivel medio del mar relativo.

El mapa de la Figura 3.12 representa la afectación general que sufrirá la costa del archipiélago cubano como consecuencia del ascenso del nivel medio del mar y las inundaciones provocadas por eventos hidrometeorológicos extremos.

Las condiciones climáticas esperadas para finales del siglo XXI darán lugar a una disminución gradual del escurrimiento fluvial hacia las aguas de la plataforma, con el consecuente aumento de la salinidad. Esto puede intensificar las cuñas salinas en los estuarios y el proceso de intrusión salina en los suelos, sobre todo en la estación poco lluviosa del año. Los cambios del patrón de las precipitaciones y del escurrimiento, así como un mayor uso del recurso agua puede traer como consecuencia cambios en los efectos de las anomalías pícnicas que generan movimientos de las aguas someras y afectaciones a los ecosistemas marinos costeros.

Se prevé un aumento de los valores medios y los extremos de la temperatura superficial del mar en las aguas someras, en mayor medida que en las aguas oceánicas limítrofes con la plataforma. El aumento de la temperatura de las aguas deberá influir sobre los ecosistemas, sobre todo, sobre los organismos marinos más sensibles a la misma.

El deterioro de la calidad de las aguas y de los sedimentos puede añadir tensiones adicionales a los ecosistemas reduciendo la *resistencia* y la *resiliencia* de los mismos ante los cambios graduales y de largo plazo, así como a los cambios súbitos ante eventos extremos.



Versión 1. Fuente: Macroproyecto (2007).

Figura 3.12 Mapa de afectaciones por el ascenso del nivel medio del mar en el año 2100. Inundaciones costeras debidas al ascenso del nivel del mar.

3.5.3 Diversidad biológica

El estudio asumió el concepto de *diversidad biológica* adoptado por la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, que reconoce como tal, *la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad entre cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.*

La diversidad biológica, y el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas, además de la presión a que están sometidos por la intervención humana, sufrirán el impacto combinado de los futuros escenarios climáticos, hidrológicos y marino costeros (Tabla 3.4). El incremento de la temperatura del aire; la disminución de la precipitación; el acrecentamiento de la salinidad del mar resultante de la disminución del escurrimiento de agua dulce hacia la plataforma; y el retroceso de la línea de costa, gravitarán negativamente sobre diversas especies de la flora y la fauna.

Tabla 3.4 Grado de vulnerabilidad de la diversidad biológica terrestre, marino y costera.

Componente	Vulnerabilidad
Anfibios terrestres y costeros	Muy alta
Moluscos terrestres y costeros	Muy alta
Reptiles terrestres y costeros	Muy alta
Aves acuáticas de zonas costeras	Muy alta
Manglares y otros humedales costeros	Muy alta
Bosques	Muy alta
Arrecifes coralinos	Muy alta
Langosta espinosa	Muy alta
Tortugas marinas	Muy alta
Interconexión tierra-mar	Muy alta
Pastos marinos	Alta
Fitoplancton	Alta
Esponjas	Media

Son muy vulnerables al cambio climático y podrían estar en peligro de extinción por transformaciones significativas en su biología los bosques, anfibios; moluscos; reptiles; aves acuáticas, manglares y otros humedales costeros; arrecifes coralinos; la langosta espinosa; las tortugas marinas; los pastos marinos; el fitoplancton y las esponjas, entre otros. Podrían arribar especies animales y vegetales invasoras perjudiciales, en busca de hábitats más apropiados para ellas. Plagas y vectores tendrán condiciones propicias para su propagación, aumentando el peligro de enfermedades en humanos, animales y plantas.

3.5.4 Bosques

Para el sector forestal fueron evaluados en varias empresas forestales integrales del país, los impactos derivados del aumento de la temperatura de aire, la disminución de las lluvias, el aumento del nivel medio del mar, la ocurrencia de ciclones tropicales y el aumento de la concentración atmosférica de CO₂ (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Impactos principales del cambio climático en los bosques de Cuba (Planos et. al., 2013).

Fuerza motriz	Impactos
Aumento de la temperatura del aire	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de patrones fenológicos en especies arbóreas de montaña y costeras. • Pérdidas de la biodiversidad en las formaciones forestales de mayor altitud. • Aceleración de los ciclos reproductivos anuales de plagas de insectos, aumentando su potencial destructivo de los bosques
Aumento de la temperatura del aire y modificación del régimen de lluvias	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión de la distribución anual del rendimiento medio mensual de resina de <i>Pinus caribaea</i> M. var. <i>caribaea</i> B.&G. (pino macho). • Afectaciones de 23 especies en las formaciones de Pluvisilva y Pluvisilva de Montaña. • Riesgo de muerte regresiva del bosque.
Aumento del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida significativa de superficie forestal y volumen de madera • Afectaciones severas a la biodiversidad, por la desaparición de zonas de nidificación de varias especies.
Ciclones tropicales	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida significativa de superficie forestal y volumen de madera • Afectaciones severas a la biodiversidad, por la desaparición de zonas de nidificación de varias especies.
Aumento de la concentración atmosférica de CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliación de relación carbono/nitrógeno podría aumentar el consumo de follaje de los insectos en algunas especies de las regiones occidental y oriental del país. • Mayor nivel de productos combustibles en los bosques, aumentando el peligro de incendios y en consecuencia, una explosión de perforadores de la corteza. • Beneficios para la salud de las plantas y para su productividad, alterando su morfología y fisiología en perjuicio de los agentes nocivos. • Aumento de la resistencia de los bosques a insectos y daños causados por enfermedades. • A mediados del presente siglo, la retención neta de carbono de los bosques de coníferas en el occidente del país y de la mayoría de las especies de los bosques húmedos (encinar, semicaducifolios y pluvisilva) y de algunos bosques de montaña (pluvisilva de montaña), alcanzará su valor máximo para luego disminuir o invertirse, convirtiéndose en fuentes de emisión, presentando además reducciones en sus rendimientos.
Plagas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la vulnerabilidad al cambio climático de las plagas forestales. • Variación de las áreas de distribución, poblaciones y efectos de las plagas ya establecidas. • Desplazamiento de la ubicación, cambios en las poblaciones y efectos de las plagas migratorias. • Ingreso de especies exóticas que invadan los ecosistemas forestales.

3.5.5 Agricultura

En este importante sector se evaluaron los impactos del cambio climático en tres elementos esenciales en la dieta nacional: papa, arroz y ganado porcino; y, además, el cultivo del tabaco, por su importancia comercial para el país.

Para estas actividades, los escenarios combinados de elevación de las temperaturas, descenso de las precipitaciones, disminución del potencial hídrico y de la calidad del agua, reducción de las áreas agrícolas como consecuencia del retroceso de la costa y la migración de los ecosistemas costeros, conllevarán impactos superiores sobre la producción agrícola total y la cría de animales, del que se deriva del impacto directo del aumento de las temperaturas y reducción de las precipitaciones (Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Impactos principales del cambio climático en las actividades agrícolas evaluadas (Planos et. al., 2013).

Actividad	Impactos
Papa	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución significativa del rendimiento de la papa. • Reducción de las áreas con posibilidades de este cultivo.
Arroz	<ul style="list-style-type: none"> • Decrecimiento progresivo de los rendimientos potenciales del arroz. No obstante, el arroz continuará teniendo rendimientos potenciales aceptables. • Reducción de área plantada por el déficit progresivo de agua para regadío. • Gran parte del arroz cultivado en áreas cercanas al nivel del mar sufrirá los impactos esperados en pérdida de áreas hoy cultivables, salinización y degradación de tierras. • Las aparentemente modestas reducciones en los rendimientos potenciales del arroz serán mayores que las previstas por los modelos.
Porcino	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en la calidad del semen. • Disminución del apetito. • Incremento de las muertes por infarto, por enfermedades gastrointestinales y por trastornos neumológicos. • Incremento de las muertes por aplastamiento.
Tabaco	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la temperatura provoca proliferación del lepidóptero <i>heliopsis virescens</i>, la enfermedad de la pata prieta. • Fuerte déficit de humedad durante el período de maduración del tabaco; puede influir notablemente sobre el valor de la cosecha. • Los rendimientos potenciales en semilla experimentarán una disminución considerable en el futuro, en el orden del 20 % - 30%.

3.5.6 Asentamientos humanos y usos de la tierra

En esta temática se realizó una amplia y detallada evaluación del impacto del cambio climático en la población, uso de la tierra, el impacto de la sequía en los asentamientos humanos, el impacto del ascenso del nivel medio del mar en los asentamientos costeros, el desarrollo turístico archipiélagos, las ciudades y las potencialidades y realidades de los municipios.

Con el cambio climático se producirá un impacto sobre la calidad de vida, que se reflejará en la actividad agrícola relacionada con la producción de alimentos fundamentales para la dieta nacional; el incremento del riesgo de desastres en las zonas costeras; y la pérdida de territorio en las zonas bajas por el incremento del nivel medio del mar (Tabla 3.7).

Tabla 3.7 Impactos del cambio climático en los asentamiento humanos y el uso de la tierra (Planos et. al., 2013).

Actividad	Impactos
Uso y tenencia de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> • El ascenso del nivel medio del mar a largo plazo con los escenarios estimados para los años 2050 y 2100 (0,27 m y 0,85 m) implica una pérdida del 2,32% y 5,45% de la superficie total de tierra firme; a ello se unirán otras superficie en cayos e islotes del archipiélago (zonas de las más sensibles y vulnerables al ascenso), aún no estimados. Las áreas más afectadas son zonas de ciénagas ocupadas por formaciones boscosas de manglares, herbazales, así como territorios costeros sumamente bajos. • La elevación del nivel del mar ocasionará el aumento de la salinización de tierra y acuíferos. • Las tierras ubicadas en la región oriental serán las más afectadas y se espera una agudización de los fenómenos de sequía. • La distribución espacial de los asentamientos humanos en zonas que paulatinamente van insertándose en regímenes de sequía más agudos, producto de la variabilidad y el cambio climático es un hecho, al que se expone una población cada vez mayor en el país. • La superficie total en tierra que pudiera quedar permanentemente ocupada por aguas del mar al año 2050 con un ascenso del nivel medio del mar de hasta 0,27 m. llegaría a ser de 2 550 km²; y para el año 2100 con un ascenso de hasta 0,85 m hasta cubrir 5 994 km². De los asentamientos que actualmente se encuentran en esos territorios, 21 podrían dejar de existir.

3.5.7 Salud humana

Para entender los impactos del cambio climático sobre la salud humana, es preciso conocer de antemano cuáles son las relaciones que se establecen entre el clima, el medio ambiente y la salud; con particular atención a las transformaciones o pérdidas de los servicios en los ecosistemas y a los impactos en la sociedad, que traen consigo cambios en los patrones de las enfermedades, y la reemergencia y brotes de nuevas enfermedades. El cambio climático, de la manera que se estima afecte a Cuba, también podría tener efectos beneficiosos sobre la salud humana, debido a la ocurrencia de inviernos menos severos, lo que puede hacer disminuir el nivel de algunas enfermedades, como el asma bronquial, del mismo modo que un aumento de las temperaturas podría conllevar a la presencia de poblaciones de mosquitos durante todo el año. Sin embargo, la comunidad científica considera que las repercusiones del cambio climático a la salud serían en su mayoría adversas.

La tabla 3.8 muestra los principales impactos observados en las enfermedades estudiadas de alta morbilidad, así como en el número de focos de *Aedes Aegypti* en el período 2000-2010.

Tabla 3.8 Principales impactos observados, asociados a las anomalías de la variabilidad y cambios en el clima de Cuba. Período 2000-2010. (Planos et. al., 2013).

Indicadores de Salud	Impactos observados
Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)	Tendencia general al aumento. Cambio en la distribución estacional: pasa de bimodal (máximos en marzo y octubre) a trimodal (otro máximo en los meses mayo-junio).
Varicela	Desplazamiento del alza estacional de marzo a abril-mayo y mantenido aumento en la cifra de casos.
Enfermedades Diarreicas Agudas	Cambio del patrón estacional, desplazamiento del pico epidémico estacional de mayo a junio-julio.
Hepatitis viral tipo A	Epidemias más frecuentes y corrimiento del patrón estacional. Pico de agosto-septiembre pasa a octubre-noviembre. Nueva alza estacional en marzo-abril.
Indicador entomológico	
Número de Focos de Aedes Aegypti	Probable incremento de la densidad del vector, con el consiguiente peligro de introducción y transmisión del dengue en correspondencia con reservorios procedentes de países endemo-epidémicos. Mayor alcance espacial del vector (altitud y latitud) y aceleración de su ciclo reproductivo debido a condiciones climáticas más favorables.

Las proyecciones climáticas futuras según los modelos empleados muestran que existirán condiciones propicias para modificaciones en el patrón estacional de algunas enfermedades y un alza de las mismas como se muestra en el cuadro a continuación.

Impactos potenciales a largo plazo (2020-2050) de la variabilidad y el cambio climático en Cuba sobre la salud humana.					
Efectos de la variabilidad y el cambio climático	Vía de transmisión	Indicador	Impactos Esperados	Período de Impacto	
	Aire	IRA	Incremento de las atenciones. Nueva alza estacional en el verano, con aumento del riesgo en edades extremas (ancianos y niños).	MP, IA	
		Varicela	Modificaciones del patrón estacional y posible comportamiento hiperendémico.	MP	
	Agua y alimentos	Hepatitis viral	Incremento en los meses del período poco lluvioso.	MP	
		EDA	Incremento en los meses del período poco lluvioso y desplazamiento del pico de mayo para los meses de julio-agosto y cambios en la densidad de gérmenes circulantes.	MP, IA	
		Meningitis Viral	Incremento de los casos y variación estacional, con aumento en los meses del período lluvioso (septiembre-octubre), fundamentalmente por enterovirus.	MP	
	Vectores	Dengue	Condiciones climáticas muy favorables para la extensión geográfica del vector y disminución del ciclo evolutivo. Incremento de focos de Ae. Peligro de introducción y brotes de dengue.	MP, IA	
		Malaria	Las condiciones climáticas favorecen el ciclo evolutivo del vector (<i>Anopheles sp.</i>). Probable introducción y brotes de malaria en el país por incremento de reservorio potencial.	LP	
	Leyenda LP Largo Plazo (2021-2050), MP Mediano Plazo (2015-2020), IA Impacto Actual (2001-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del modelo MACVAH/AREEC. (Planos et. al., 2013).				

El estado de algunos componentes del medioambiente y las condiciones socio económicas ejercen presiones sobre los ecosistemas de tal forma que interactúan con los impactos del clima. La tabla 3.9 muestra las relaciones entre estos aspectos de acuerdo con las proyecciones para el 2050.

Tabla 3.9 Relación entre la presiones, el estado de algunos componentes del medio ambiente, las condiciones socio económicas, los impactos y las consecuencias para indicadores de la salud humana según proyección para el 2050.

Componente ambiental	Estado y tendencia del componente ambiental	Impacto componente ambiental	Indicador impacto en Salud Humana	
			Epidemiológico EDA	Entomológico
			Situación epidemiológica	NFae
Aguas marinas y costeras	Deterioro de las aguas marinas y costeras	Efectos sobre los principales ecosistemas costeros, cambio de la línea de costa, reubicación de comunidades, cambio en el ciclo de nutrientes, intrusión salina y salinización de los suelos,	Alta morbilidad	No evidencia
Aguas terrestres	Déficit y deterioro de la calidad	Deterioro de la calidad y disponibilidad de agua para el consumo. Aumento de los recipientes para almacenar agua	Aumento de las EDA	Elevado índice
Suelos	Erosionados, salinizados, cambio en el uso	Pérdida de la diversidad biológica, cambio de nutrientes, cambio de la relación depredador - presa, desplazamiento de poblaciones de gérmenes.	Aumento de las EDA	Aumento de la población de Aedes en las áreas
Diversidad Biológica	Cambios en la diversidad, pérdida de hábitats, ecosistemas, etc.	Pérdida de la diversidad biológica, hábitat y nichos ecológicos, cambio de la relación depredador presa. Incremento de la reproducción y circulación de los agentes microbianos.	Aumento de las EDA por bacterias (aeromonas, salmonella, shigella, vibrios), parásitos y virus	Aumento de la población de Aedes
Medio Ambiente Urbano	Pérdida de la diversidad biológica Deterioro del ecosistema humano.	Cambio en la dinámica de los virus, gérmenes y vectores, tendencia al aumento de las poblaciones. Dificultades del funcionamiento de la infraestructura urbana	Aumento de las EDA	Aumento de la población de Aedes
Socio-económico-demográfico	Inseguridad alimentaria, Incremento de las migraciones, Incremento de los costos, Disminución de la disponibilidad del recurso, cambio de la pirámide poblacional.	Incremento de la migración hacia las ciudades, aumento de la pobreza y deterioro del saneamiento ambiental. Aumento de la población mayor de 65 años. Cambio en los asentamientos humanos.	Aumento de las EDA, con mayor riesgo en población adulta	Aumento de la población de Aedes

3.5.8 Evaluación integrada de impactos del cambio climático.

Entre los trabajos realizados para esta Comunicación Nacional, se inició un ejercicio de evaluación integrada de los impactos del cambio climático y de las medidas de adaptación en una porción del sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque (Figura 3.13).

Su objetivo fue establecer medidas de adaptación integrales, que tomen en cuenta las interacciones que se producen entre las vulnerabilidades e impactos

del cambio climático, a partir de la caracterización del territorio para la línea base 1961 - 1990, la determinación de la vulnerabilidad actual y de los impactos que se producirán con los escenarios climáticos modelados, específicamente en este territorio, para los años 2050 y 2100, con una resolución de 25 km; lo cual se hizo acorde con lo explicado sobre los escenarios climáticos del futuro. Los sectores involucrados son: recursos climáticos, recursos hídricos, zonas marinas y costeras, diversidad biológica, bosques, agricultura, asentamientos humanos y usos de la tierra, y salud humana.

El estudio de caso tiene preliminarmente carácter metodológico y, en el momento de preparación de esta Comunicación, ha desarrollado la caracterización de la línea base 1961-1990, determinado los escenarios climáticos para los años 2050 y 2100, establecido los impactos, y propuesto un conjunto de medidas de adaptación por sectores. Este trabajo continuará como un proyecto de uno de los programas de investigación científica del país para presentarlo concluido en la Tercera Comunicación Nacional.

3.6 La adaptación

La adaptación al cambio climático es una acción muy compleja, que debe realizarse con un enfoque integrado. Se trata de implementar acciones en un medio profundamente transformado por la acción del hombre, donde existen necesidades perentorias de la sociedad que solo pueden ser satisfechas con una profunda transformación del medio ambiente, que al final deben ser decididas sobre una valoración costo - beneficio de la medida.

La adaptación es compleja y costosa. Para lograrla de manera adecuada, y exitosa tiene que sustentarse en el reconocimiento de que los peligros, las vulnerabilidades y los riesgos cambian a medida que progresa el cambio climático, y de que en el futuro no serán necesariamente los mismos, ni tendrán las mismas frecuencias ni



Fuente: Planos et. al. (2013)

Figura 3.13 Área de estudio y sectores involucrados.

las mismas intensidades. Los patrones cambiarán con el tiempo... pues el clima ha dejado de ser el telón de fondo... estático... del paisaje geográfico (Rivero, comunicación personal). Una medida de adaptación no analizada integralmente, y sin reconocer su cadena de impactos, puede conducir a daños y/o costos irreversibles.

Los resultados obtenidos en los diversos proyectos y programas que en Cuba abordan el impacto del cambio climático contienen medidas de adaptación ofrecen una gran variedad de opciones, elaboradas con un alto grado de especificidad y detalle para cada área analizada (Planos et. al., 2013, García., 2009). Estas opciones se presentan a continuación de manera general (Tabla 3.10).

Tabla 3.10 Opciones de adaptación en Cuba.

Recursos Hídricos:	
La principal garantía para enfrentar con éxito los efectos negativos del cambio climático sobre los recursos hídricos y la aplicación consecuente de medidas de adaptación, es el desarrollo hidráulico alcanzado y en proceso de sistemática ampliación, mantenimiento y observación, que ha permitido asegurar las necesidades del recurso agua para el desarrollo sostenible del país. El conjunto de medidas de adaptación que a continuación se relacionan, muchas de ellas en ejecución en estos momentos por parte del sistema del INRH, conforman un paquete de acciones de alcance político y de gestión, encaminadas a introducir o a ampliar la introducción de soluciones paulatinas al reto de los impactos del cambio climático sobre el recurso agua.	
Medida	Descripción
Observaciones del comportamiento de las variables hidrológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar y fortalecer el proceso de modernización de la capacidad de observación de los componentes cualitativos y cuantitativos del ciclo hidrológico (red pluviométrica, pluviográfica, hidrométrica, hidrogeológica, batometría, de calidad). Muchas de estas acciones ya están introducidas en la práctica.
Introducción de tecnologías para la adaptación	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar con calidad y en el tiempo previsto, las nuevas inversiones destinadas a incrementar la satisfacción de las necesidades del recurso para la economía, sociedad y medio ambiente. • Disminuir las pérdidas de agua en redes y conductoras de acueducto, canales y equivalentes (riego) y su rehabilitación y renovación, mediante la introducción de tecnología apropiada. • Elevar la eficiencia en el mantenimiento de la importante infraestructura hidráulica creada, así como en la administración del agua empleada para los diferentes usos económicos, sociales y ambientales. • Promover la introducción de tecnologías apropiadas, tales como la cosecha directa de agua de lluvia y otras, para satisfacer demandas locales del recurso.
Metodologías e instrumentos para la evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> • Re-evaluar sistemáticamente los actuales recursos hidráulicos disponibles cubanos (Referencia 2002: 13.67 kilómetros cúbicos, que equivale a 57% de los recursos aprovechables) para decidir el Plan Anual de Uso de las Aguas del país.
Investigaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar proyectos de ciencia e innovación tecnológica en cuencas y otros ecosistemas vulnerables, con el objetivo de perfeccionar la prevención y protección hidrológica. • Desarrollar los estudios necesarios para la introducción de las modificaciones a los proyectos de obras hidráulicas, a

	<p>tenor de los impactos que se producirán por los cambios climáticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Re-evaluar o evaluar las actuales potencialidades hídricas en función de incrementar el empleo de la hidroenergía en el país, con especial atención a las áreas montañosas.
<p>Planeamiento de medidas de adaptación y de prácticas exitosas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar profundizando en la aplicación del enfoque de ecosistema a la gestión integrada del recurso agua y fortalecer el funcionamiento y alcance de los Consejos de Cuencas. • Reducir paulatinamente la carga contaminante que se dispone en los cuerpos receptores superficiales y subterráneos, mediante la construcción de sistemas de tratamiento y elevar el reúso de las aguas residuales tratadas. • Elevar el reúso económico de residuos sólidos agrícolas y del tratamiento de residuales, para el mejoramiento y conservación de suelos y el mejoramiento de la producción (producción de humus, abonos verdes), evitando su disposición a las aguas superficiales y subterráneas. • Fortalecer el papel del aparato de inspección estatal de los recursos hidráulicos, en función del cumplimiento de la legislación vigente y el control de las medidas para su segura administración.
<p>Información socio-económica y relaciones con evaluaciones de impacto y vulnerabilidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar el rol de los medios masivos nacionales, provinciales y municipales en la divulgación y toma de conciencia de que el recurso agua es renovable, pero limitado, y su empleo debe ser el apropiado. • Elevar la concientización y educación para el uso sostenible del agua en la sociedad, economía y el medio ambiente, mediante la ampliación de las actividades y el alcance del Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (PAURA).
Zonas costeras y recursos marinos	
<p>Desarrollar programas integrados de manejo costero para todos los sectores de la zona costera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la densidad demográfica en las zonas bajas y en la parte baja de las cuencas hidrográficas. • Desarrollar concepciones constructivas en la infraestructura, adaptadas a las inundaciones temporales para las zonas bajas. • Limitar la construcción de áreas residenciales, fábricas u hoteles en las zonas costeras bajas con perspectivas de uso mayores que 50 años. • Repoblar las zonas de manglar en todos los sitios afectados por la deforestación y promover la reforestación de la zona costera con las especies propias de la misma. • Crear zonas protegidas con categorías restrictivas de uso para proteger de forma más efectiva a los ecosistemas marinos. • Desarrollar sistemas de monitoreo (mediciones sistemáticas) y de alerta temprana con tecnologías de punta, así como de nuevas tecnologías de ingeniería de costas.
<p>Potenciar el desarrollo de la acuicultura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la presión que actualmente sufren los ecosistemas arrecifales por parte de las actividades pesqueras.
<p>Desarrollar la regeneración de las playas sobre la base de "soluciones blandas".</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar con el programa de recuperación y protección de playas, desarrollando la regeneración de las playas sobre la base de "soluciones blandas" y/ en combinación con otras tecnologías. • Implementar medidas de protección de la erosión en armonía con el medio ambiente que se incluyan en las nuevas

	<p>inversiones así como en la transformación de la infraestructura existente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento y rescate de las barreras naturales protectoras.
Perfeccionamiento de la legislación	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar todas las herramientas legales posibles para la conservación de los ecosistemas marinos costeros y el uso sostenible de los mismos. • Adecuar la sostenibilidad del uso de los ecosistemas marinos al conocimiento predictivo del cambio climático.
Diversidad biológica	
Incrementar el número de áreas protegidas e implementar una estrategia conservacionista.	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar las amenazas sobre la biodiversidad marina y costera, promoviendo medidas de conservación de especies, hábitats y ecosistemas. • Elaborar y controlar planes de manejo sostenible de los principales recursos pesqueros y orientar su explotación según compatibilización de intereses de los sectores agrícola, hídrico, turístico, de transporte y alimentario. • Estudiar y ofrecer alternativas para la pesca de subsistencia en las comunidades costeras. • Proponer y profundizar en alternativas para implementar el Manejo Basado en Ecosistemas y el Planeamiento Espacial Marino como herramienta para el desarrollo sostenible en Cuba. • Realizar acciones urgentes de rehabilitación ecosistémica, que incluyan la construcción artificial de viveros de diferentes especies de mangle, de corales como <i>Acroporapalmata</i> y fomentar el cultivo de peces depredadores, como los pargos y meros y otros organismos marinos, que contribuyan al control biológico de especies exóticas e invasoras en Cuba.
Bienes y servicios de la diversidad biológica	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la conservación y utilización por los seleccionadores de los recursos genéticos emparentados con especies cultivadas (fundamentalmente los endémicos), para asegurar promover la seguridad alimentaria. • Promover la cuantificación de los bienes y servicios que nos brinda la diversidad biológica, para alertar sobre las pérdidas que ocasionan su deterioro y el beneficio económico que brinda su conservación o uso sostenible. • Incrementar las bases de información sobre la diversidad biológica y de las características del ambiente en que se desarrollan, así como completar los inventarios de los recursos biológicos, al constituir las bases fundamentales para el desarrollo de las investigaciones para conocer el impacto del cambio climático sobre la misma.
Bosques:	
Manejo y protección	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir en los proyectos de ordenación de las empresas forestales las acciones de adaptación derivadas de las evaluaciones de impacto realizadas en sus patrimonios. • Reforzar la ejecución del programa de reforestación en el litoral, especialmente los manglares, e implementar una estrategia de conservación con las especies amenazadas por el ascenso del nivel del mar. • Establecer reservas <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de especies forestales claves, para asegurar la disponibilidad de un banco genético con suficiente diversidad para los programas de mejoramiento.
Muerte regresiva del bosque	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un sistema informativo de alerta climática para el sector forestal, con alcance municipal. • Reforzar el monitoreo de bosques naturales y plantaciones en los 15 municipios con riesgo medio y alto, especialmente

	<p>cuando entre noviembre y abril la temperatura del aire supere los 24 °C y cuando entre mayo y octubre, la lluvia mensual sea inferior a 150 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar el empleo de especies de rápido crecimiento y/o bajas densidades de la madera en los planes de (re)forestación que en el futuro se desarrollen en los seis municipios de mayor riesgo.
Plagas forestales	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la prevención y las medidas previas de supresión y de supresión en sí de los incendios forestales, así como el mejoramiento de la salud del bosque a través de la silvicultura y del manejo integrado de plagas. • Crear programas para el control de insectos y enfermedades, capaces de detectar aumentos en la aparición y en la intensidad de la decadencia de los bosques, en la actividad de nuevas plagas (naturales o introducidas), además de las que históricamente causaron pérdidas. • Identificar las especies con potencial de convertirse en plagas tras el cambio climático y transferir lo antes posible el resultado de las investigaciones a los programas operativos de la producción. • Realizar estudios sobre los efectos de los incendios, insectos y enfermedades sobre la biodiversidad en términos de especies colonizadoras, descendientes y clímax. Determinar el grado de “perturbación” en el proceso de autorrecuperación de los sistemas vegetales debido al cambio climático. • Crear un sistema nacional de monitoreo de plagas forestales.
Agricultura:	
<p>Uso de tecnologías de protección de cultivos y del ganado porcino, obtención e introducción de variedades de cultivos con rendimientos potenciales superiores y de razas porcinas resistentes, en presencia de altas temperaturas y déficit de agua. Cambios en la gama de cultivos, sobre la base de estudios de regionalización de los mismos, implementados sistemáticamente a medida que evolucione el clima.</p>	
Cultivo de la papa	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la superficie del cultivo, pero manteniendo elevados rendimientos. • Obtener nuevas variedades que conjuguen la tolerancia a una mayor temperatura, con el mantenimiento de rendimientos aceptables en suelos de capacidad agroproductiva mediana; pero considerando los escenarios climáticos del futuro; de lo contrario, sus niveles de adaptación al estrés abiótico pudieran resultar inadecuados.
Cultivo del arroz	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la superficie del cultivo, pero manteniendo elevados rendimientos. • Obtener nuevas variedades que conjuguen la tolerancia a una mayor temperatura, con el mantenimiento de rendimientos aceptables en suelos de capacidad agroproductiva mediana; pero considerando los escenarios climáticos del futuro, de lo contrario, sus niveles de adaptación al estrés abiótico pudieran resultar inadecuados.
Ganadería porcina	<ul style="list-style-type: none"> • Redistribuir territorialmente la carga por unidad especializada, de manera tal que mayor cantidad de animales sean ubicados en las provincias y municipios de la región centro-occidental, donde tanto los registros históricos como los previstos por los escenarios climáticos reportan valores menores de temperatura y estrés térmico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Rediseñar las naves, en su estructura, cubierta y entorno para favorecer el menor calentamiento del interior.
Cultivo del tabaco	<ul style="list-style-type: none"> • Valorar los niveles de tolerancia o resistencia de las variedades actuales de tabaco a los efectos de las plagas; al estrés abiótico generado por la disminución de la disponibilidad de agua y humedad, así como al aumento de la salinidad, combinado con la búsqueda de nuevas fuentes de variabilidad genética. • Emplear barreras rompevientos perimetrales en las plantaciones, para atenuar los impactos sobre la calidad de los suelos. • Asegurar el regadío a la mayor extensión posible de áreas productoras de tabaco, combinado con el empleo de sistemas tecnológicos que aumenten lo más posible la eficiencia técnica y biológica en el uso del agua. • Rediseñar las casas para el curado, empleando materiales de mayor resistencia, con falso techo interno y un menor ángulo de inclinación de los techos, para atenuar los efectos del viento. • Reducir la ubicación de zonas productoras de tabaco en áreas próximas a las costas o susceptibles de ser afectadas por la intrusión salina de sus acuíferos subterráneos.
Asentamientos humanos y uso de la tierra:	
Adecuar los planes de ordenamiento territorial y del uso de la tierra; y los planes de prevención y protección en caso de desastres.	
Asentamientos humanos y población	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger la tierra del crecimiento desmedido de nuevas urbanizaciones. • Dar tratamiento diferenciado de la localización espacial (patrones de poblamiento) de los asentamientos de todo tipo, de acuerdo al impacto esperado en ellos por el cambio climático; en términos de búsqueda de confort, seguridad o menor vulnerabilidad.
Uso de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptar las actividades agropecuarias, en particular las de mayor incidencia en la seguridad alimentaria del país, a los cambios en el uso de la tierra como consecuencia del impacto del cambio climático. • Determinar, por parte de la ganadería, la forma de manejo más adecuada, con técnicas de explotación sostenibles, que permitan garantizar la alimentación de la masa ganadera acorde a las demandas de la población, así como soportar el impacto de las consecuencias del cambio climático. • Diversificar los cultivos, mejorar las condiciones de los suelos, introducir y desarrollar variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas, incrementar el control de plagas, lograr el manejo blando de los suelos, usar más racionalmente el suelo, emplear tecnologías ahorradoras de agua. • Reorganizar la tenencia de la tierra en el país, en particular el sector cooperativo, para contribuir a mejorar y conservar las cualidades del recurso tierra y su mejor uso; obtener mayor nivel de uso del recurso tierra y elevar los rendimientos agrícolas actuales. • Recuperar la agro-productividad, a través de un manejo integrado de suelos, mediante la incorporación progresiva de los resultados científico-técnicos; el acceso al riego eficiente y otros recursos que contribuyan a su eficiencia productiva y su rehabilitación.

	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer corresponder las características y posibilidades de adaptación de los cultivos a la vocación de los suelos, clave del éxito del ordenamiento del territorio agrícola y no agrícola del país, acorde con las variables meteorológicas a modificarse por el cambio climático. • Valorar detenidamente en las tierras de la zona oriental, las más afectadas y donde se espera una agudización de los fenómenos de sequía, las soluciones a ejecutar en el tiempo, a fin de lograr una adaptación de cultivos, la utilización de prácticas de laboreo adecuadas, la identificación de las variedades de cultivos a plantar, así como las soluciones para la permanencia de la población y los rebaños ganaderos en estos territorio, y que demandan agua de consumo directo y de calidad.
Salud humana:	
Medidas generales	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la estabilidad en el suministro de agua potable a la población, así como mantener los servicios de almacenamiento, recogida, disposición y tratamiento final de basura. • Capacitar al personal de salud en los temas de clima y peligros y riesgos en salud, así como educar a la población en las medidas preventivas o de adaptación a corto y mediano plazo. • Mantener e incrementar el programa de inmunización. • Transferir tecnologías adecuadas para enfrentar los impactos esperados y solicitar asistencia financiera para las medidas de adaptación. • Mantener y perfeccionar el sistema de alerta temprana a escala trimestral, mensual y semanal, que incluye las principales enfermedades o riesgos a la salud.

CAPÍTULO 4. PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 Introducción

En el país se presta atención al ahorro y uso racional de la energía desde la creación del Consejo Técnico Asesor de la Academia de Ciencias de Cuba en la década del 80 del siglo pasado, entidad que derivó posteriormente en la Comisión Nacional de Energía del Consejo de Estado, y luego en la Dirección de Energética del Ministerio de Economía y Planificación. Esta Dirección, en coordinación con las organizaciones especializadas del Ministerio de Energía y Minas, ha desarrollado e implementado programas y proyectos de ahorro, eficiencia, uso racional, apoyo y promoción de las fuentes renovables de energía (FRE), donde el tema de mitigación de las emisiones contaminantes adquiere gran relevancia. La Tabla 4.1 resume las direcciones estratégicas del desarrollo energético nacional.

Tabla 4.1 Direcciones del desarrollo energético nacional.

Programas de Eficiencia Energética	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución de luminarias y equipos electrodomésticos e industriales ineficientes • Normalización y regulación en el uso de la electricidad y los equipos que la consumen • Mejoras técnicas y comerciales para reducción de pérdidas en transmisión y distribución de energía • Cambio de horario • Modificación de tarifas
Fortalecimiento del Sistema Electroenergético y desarrollo de nuevas tecnologías en redes de transmisión y distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de nuevas estructuras que soporten las redes de transmisión y distribución • Cierre de circuitos en redes magistrales • Construcción de redes soterradas, automatización y esquemas confiables de generación, transmisión y distribución
Eficiencia en la generación de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas tecnologías con menores índices de insumos y mayores niveles de eficiencia (ciclos combinados con turbinas de GN, CTE de biomasa cañera, gasificación de biomasa forestal en la generación de electricidad)
Uso de las FRE	<ul style="list-style-type: none"> • Biomasa (cañera y forestal) • Eólica • Fotovoltaica y solar térmica • Hidroenergía
Optimización del uso de los combustibles en la maquinaria, transporte, los servicios y procesos industriales	<ul style="list-style-type: none"> • Remotorización y reordenamiento del transporte • Uso de mezclas (biodiesel y alcohol) • Uso de biogás • Uso de FRE en acondicionamiento de locales e iluminación
Modernización de los procesos productivos	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de aditivos en la producción de cemento • Modernización de procesos en la industria productora de alimentos, la química y metalúrgica
Sustitución de portadores energéticos más contaminantes por GN y FRE	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución de crudo nacional, fuel oil y diesel por gas natural, biogás y FRE
<p><i>Fuente: Tomado de la presentación de Ing. Matos, L.: Dirección de Política y Estrategia Energética Nacional, Ministerio de Energía y Minas en "IX Taller sobre Energía en Apoyo a la Toma de Decisiones".</i></p>	

Como resultados de los esfuerzos que el país viene realizando en el campo de la energía, y la mitigación, la PCN identificó un grupo de acciones, en especial relacionadas con la política de ahorro y uso racional de la energía, que pocos años después fueron incorporadas al Programa de la Revolución Energética (2006). Este Programa tuvo un significativo efecto en la economía y en el bienestar de la población, dado que en el período comprendido entre 2006 y 2009, en el sector residencial se entregaron/vendieron alrededor de 2.6 millones de refrigeradores eficientes, unos 9 millones de bombillos ahorradores, aproximadamente 9 millones de utensilios de cocción, 240 mil televisores eficientes y otros 285 mil equipos modernos de aire acondicionado. Otro importante esfuerzo, que data de la década del 60 del pasado siglo, es un programa de reforestación que ha permitido aumentar la superficie boscosa en unos 15 000 kilómetros cuadrados, lo que supone un importante sumidero de carbono.

Los resultados presentados en este capítulo se basan en los trabajos iniciales de construcción de escenarios energéticos y de impacto ambiental (Somoza et al., 2002), los estudios prospectivos al sector energético (Somoza y Álvarez, 2003) y en los resultados del proyecto científico-técnico *Escenarios energéticos en apoyo a la toma de decisiones* (Somoza et al., 2010).

Además de hacer la evaluación de los impactos de las medidas de mitigación que el país implementó a partir del 2006 como parte de la Revolución Energética, se evalúa un grupo de opciones que no integran aún las acciones que se emprenden, pero que pudieran implementarse cuando las condiciones sean propicias, sin que estas constituyan compromisos o metas.

Se evaluaron 35 opciones de mitigación para los siguientes sectores: residencial, generación de electricidad, transporte, industrial y agropecuario, forestal y desechos, para lo cual se consideraron los resultados presentados en la PCN y en el Inventario de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero correspondientes al año 2002 (López et. al., 2009a) y los valores reportados preliminarmente para el año 2004 (López et. al., 2009b).

Las medidas identificadas fueron diseñadas siguiendo las orientaciones metodológicas publicadas por la CMNUCC, (UNFCCC, 2008) y adaptadas a las circunstancias y condiciones nacionales.

Con el estudio de las nuevas opciones de mitigación, se intenta señalar (con el grado de incertidumbre implícito en los datos y la evolución de los mercados energéticos), lo que sucedería en diferentes ámbitos si éstas se adoptaran. Los resultados constituyen un paso de avance con relación a las evaluaciones realizadas en la PCN, en cuanto al mayor grado de precisión de los potenciales del país para contribuir a mitigar las emisiones de GEI, en buena medida por la incorporación a este estudio de nuevas herramientas para la cuantificación y el análisis multicriterio de las opciones identificadas.

4.2 Eficiencia y uso racional de la energía

En el transcurso de los años 90 del siglo pasado e inicios de la primera década del presente, tuvo lugar un conjunto de eventos de diferente signo, cuyo saldo resultó

en un cambio en la estructura de la producción que presumiblemente favoreció la eficiencia energética de la economía. Entre los más importantes se pueden citar:

- La crisis financiera que sufrió el país, al interrumpirse los vínculos y las condiciones de intercambio y suministro con su principal socio comercial hasta entonces (Europa del Este y, en especial, la Unión Soviética). Esto repercutió inmediatamente en una reducción sustancial de la importación de portadores energéticos y en consecuencia, en una significativa reducción de los niveles de actividad productiva y de servicios.
- La reestructuración de los programas sectoriales de ahorro y uso racional de energía asociados inicialmente al Programa Nacional de Ahorro de Electricidad de Cuba (PAEC), y posteriormente del Programa de Ahorro de Combustibles.
- Los esfuerzos nacionales en el desarrollo de un programa renovado de inversiones para la prospección, extracción y consumo de petróleo y gas natural, que supliera parte del déficit provocado por la reducción en la importación de portadores energéticos y garantizara un cierto nivel compatible con los intereses de la seguridad nacional. Tales programas, en un inicio de alcance bastante limitado, se convierten en la piedra angular del “Programa de Revolución Energética”.
- El redimensionamiento de la agroindustria de la caña de azúcar, que no solo impactó en la estructura y volumen de las exportaciones de bienes, sino además, en la estructura de la oferta total de energía primaria y la participación de la biomasa en la generación de electricidad del país.

La Revolución Energética representa, ante todo, un cambio radical en la concepción de funcionamiento del sistema energético nacional en la dirección de la creación de un sistema descentralizado, más robusto y flexible, cuyo elemento distintivo lo constituye la decisión de invertir en capacidades de generación con grupos electrógenos que consumen combustible diesel o fuel oil, con el fin de resolver el déficit de capacidad de generación eléctrica que hizo crisis a finales del 2004 e inicio del 2005.

Como resultado de la combinación de factores estructurales relacionados con la organización y producción sectorial, entre los que se destaca una reducción del peso relativo de actividades con alta intensidad energética, y la consolidación de una serie de medidas de ahorro energético, se disminuyó la intensidad energética de la economía cubana, manteniéndose una tendencia sostenida a la reducción. Los aspectos más significativos de la evolución de este sector pueden resumirse de la manera siguiente:

- Período de recuperación (1994-2000) caracterizado por: i) paso a una estructura energéticamente “menos pesada” como resultado de un modesto cambio en la estructura del producto y ii) notable influencia de las medidas de eficiencia sobre el consumo global de la economía.
- Crecimiento del consumo resultante de la expansión productiva (2000-2004), donde la economía “salta” hacia una estructura energéticamente más “ligera” y a una franca mejoría de la eficiencia.

- Disminución de la intensidad energética entre 1989 y 2004: que cayó aproximadamente en un 4% anual, de 0.318 toneladas equivalentes de petróleo (tep) por cada mil pesos de Producto Interno Bruto (PIB) a 0.179, como resultado de: i) cambios en la estructura del PIB (especialmente por el aumento de los servicios; ii) recuperación capacidades y aprovechamiento de las economías de escala; y iii) maduración de programas de ahorro y uso racional de energía, implementados a finales de la década de los 90.

En el 2007 se establece el “Grupo Permanente de Atención a las Energías Renovables, la Cogeneración, el Ahorro y la Eficiencia Energética”, atendido directamente por el titular del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS), hoy de Energía y Minas (MINEM). En la actualidad, este Grupo está integrado por 16 grupos de trabajo, abarcadores del amplio espectro de las fuentes renovables de energía (FRE) y muy especialmente el tema del ahorro, la eficiencia y el uso racional de la energía, la cogeneración, la fabricación de partes y piezas, y la actividad de investigación y desarrollo e Innovación tecnológica (I+D+i), con la incorporación de la Industria y los centros de investigaciones y universidades⁸.

En los últimos años, una característica distintiva en el área de la energía ha sido la implementación de un conjunto de medidas en el campo tecnológico, inversionista y organizativo, enfocadas a eliminar las interrupciones en el servicio eléctrico, reducir la vulnerabilidad e incrementar la flexibilidad y vitalidad del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) ante la incidencia de eventos extremos u otras contingencias, incrementar el ahorro, la eficiencia en la generación y consumo de energía, así como a la elevación de las condiciones materiales y los estándares de vida en los hogares.

Aunque la generación de electricidad ha dado un salto notable en el mejoramiento de la eficiencia con la incorporación de los grupos electrógenos, el costo del kWh generado se encarece, tanto por el incremento del precio de los hidrocarburos y el cambio en la mezcla de combustibles utilizados en la generación, como por el incremento de los costos fijos y variables de operación y mantenimiento de los grupos electrógenos (GE), con respecto a las centrales termoeléctricas (CTE).

Como estrategia de desarrollo del SEN, estos GE, de conjunto con el resto de las opciones de generación descentralizadas a largo plazo (generación eólica y fotovoltaica, entre las más atractivas) y los ciclos combinados a gas natural, solo constituyen una parte de la solución a la problemática de la generación eléctrica. Sin embargo, a corto plazo estarán garantizando la vitalidad del sistema ante situaciones de emergencia, y permitirán estabilizar el ciclo de mantenimiento de las CTE, alterado por el uso del crudo nacional o sus mezclas.

⁸ Los 16 Grupos Nacionales son: Hidroenergía-UNE-Empresa Hidroenergía-MINBAS; Energía Eólica -INEL-UNE-MINBAS; Geotermia - Geominera-MINBAS; Eficiencia Energética- DURE-UNE-MINBAS; Biogás -Unión Porcina-MINAG; Biomasa Forestal -MINAG; Biomasa Cañera -MINAZ; Biocombustibles -MINAZ; Energía Solar Fotovoltaica -Ind. Electrónica MIC; Energía Solar Térmica - Grupo RC-SIME; Const. partes, piezas y equipos para las ER - SIME; Eficiencia del Transporte -MITRANS; Hidrógeno- IMRE-UH; Acumulación- CIPEL-CUJAE; Cogeneración- UCLV; y Energía del Mar. UCLV.

La expansión futura del sistema se sustentará básicamente en capacidades de generación eléctrica en ciclos combinados a gas natural, cuyas perspectivas de incremento de las reservas y producción son halagüeñas, y en el aumento de la participación de las FRE en la generación de electricidad, donde el énfasis se está haciendo en tres direcciones priorizadas: los sistemas eólicos, los solares fotovoltaicos y la biomasa.

También existen otros programas basados en FRE que en la actualidad están siendo promovidos por el gobierno, como es el caso de la hidroenergía. Se fomenta el incremento de la participación de la generación hidráulica a base de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHE), y la recuperación de las mini y micro hidroeléctricas, que en estos dos últimos casos favorece una mayor participación de la industria mecánica nacional en los programas de desarrollo energético⁹. A la vez, se promueve la expansión de la generación fotovoltaica para el abastecimiento de las zonas aisladas y de difícil acceso.

Todos los esfuerzos que, por el “lado de la oferta”, se están ejecutando, se complementan con un cambio revolucionario y radical en el consumo de energía y, muy especialmente, de electricidad, así como por otras medidas en el campo legal-regulatorio, con énfasis en el diseño de un cuerpo legal y tarifario que incentive el ahorro y uso racional de la energía. En este sentido destacan los Programas de Sustitución de Equipos Electrodomésticos y de luminarias, así como el Programa de Cocción, el cual contempla el paso general y paulatino hacia el uso de la electricidad como principal energético en el calentamiento del agua, en sustitución de los insumos hasta ahora utilizados, especialmente el queroseno. Hasta 2010 se habían sustituido solo en el sector residencial, unos 9,4 millones de focos incandescentes por luminarias ahorradoras; 4,4 millones de equipos electrodomésticos; y unos 3 millones de módulos de cocción eléctrica, lo que significa el paso a esta modalidad de 75% de los hogares del país.

En el sector no residencial, las principales medidas implementadas para la demanda consistieron en la sustitución de equipos de bombeo en las principales fuentes de abasto de agua del país; la sustitución de casi un millón de luminarias industriales; el mejoramiento del control y el monitoreo del consumo energético en unos 1 700 servicios con gran peso en el consumo de energía; remotorización y reordenamiento del transporte de carga y pasajeros; entre otras medidas de carácter técnico, organizativas y de educación y comunicación, que incluye acciones en toda la gama de los medios masivos de comunicación¹⁰.

4.3 Escenarios de mitigación de las emisiones de GEI

En este estudio se utilizaron tres escenarios: un escenario Base (de Referencia o BAU); un escenario de Mitigación, y un escenario alternativo al de Mitigación:

⁹ En el caso de la expansión de las capacidades hidroenergéticas de generación de electricidad, deberían acometerse estudios más profundos que evalúen el riesgo de afectación a mediano y largo plazo por los impactos del cambio climático y su influencia en la reducción del régimen de precipitaciones esperado en el país.

¹⁰ En este sentido se distingue el Programa Nacional de Educación Energética o PAEME, del Ministerio de Educación.

Escenario Base (de Referencia o BAU): parte del supuesto de que las tendencias en el ámbito socioeconómico y ambiental se mantengan sin notables cambios en el período de análisis. A pesar de desarrollarse bajo un contexto de crecimiento económico, existe una situación de sostenibilidad ambiental limitada, provocada por patrones de producción y consumo no sostenibles, que se manifiesta en la degradación del entorno natural con impactos sociales y económicos negativos.

Escenario de Mitigación: en el cual se integran todas las opciones de mitigación identificadas y evaluadas en los diferentes sectores económicos. Parte del supuesto de que las variables macro y microeconómicas (precios claves, estructura económica) y demográficas se mantienen invariables, con el fin de poder aislar los efectos sobre las emisiones de GEI resultantes de las variaciones de la eficiencia y la intensidad energética, la sustitución de portadores energéticos, la penetración de las FER, los cambios en los patrones de uso, entre otros efectos, en concordancia con la adopción de diversas opciones de mitigación.

Escenario alternativo (Intensivo en el uso de FRE): que presenta las implicaciones en cuanto a costos, eficiencia energética y emisiones de GEI resultantes de aprovechar al máximo el potencial de FRE identificado en el país, básicamente, biomasa, energía fotovoltaica y eólica, para cubrir la misma demanda de electricidad que se produce en el escenario de Mitigación.

En las opciones valoradas, el Potencial de Mitigación estimado (emisiones en Escenario de Referencia menos emisiones en Escenario de Mitigación) se encuentra en el orden de los 715 millones tCO₂eq acumuladas entre el 2004 y el 2050 (Tabla 4.2)¹¹, de los cuales unos 521 millones de tCO₂eq corresponden a la quema de combustibles (sectores de Demanda y Generación) y el resto a sectores no energéticos (procesos industriales, pinturas y solventes, agricultura, forestal y desechos). En el 2050 la reducción con relación al escenario de Referencia es de aproximadamente 40 millones de tCO₂eq.

Tabla 4.2 Potencial de mitigación de emisiones de GEI. Millones de tCO₂eq acumuladas en el 2050.

Sector	2050	Sector	2050	Sector	2050
Demanda	-444,2	Transformación	-76,8	Sector No Energético	-194,1
Agricultura	-6,5	Carboneras	NE	Agropecuario	-0,3
Comercio Servicios	-4,9	Cogeneradores	-2,7	Cambio uso tierra	-1,6
Construcción	NE	Destilerías	0,7	Desechos	-0,1
Industrial	-352,1	Fábrica de Gas	NE	Industrial	-6,0
Residencial	-16,4	Generación Eléctrica	-74,9	Pinturas y solventes	NE
Transporte	-64,2	Refinación Petróleo	NE	Silvicultura	-182,0
		Total	-715,1		

Nota: NE significa "no estimado" Fuente: LEAP (2010)

En el escenario de Referencia las emisiones de GEI, si bien atenúan el ritmo de expansión, presentan una tendencia firme de crecimiento, hasta alcanzar niveles

¹¹ Los resultados reportados en la PCN indicaban un potencial de mitigación de emisiones de GEI del orden de 230 millones de tCO₂eq, en unas 23 opciones y en un marco temporal de 1999 al 2020.

superiores próximos a los 80 millones de tCO₂eq. Por otro lado, en los escenarios de Mitigación y de uso intensivo de las FRE, las tendencias son a la reducción de las emisiones en niveles absolutos producto del uso de tecnologías y procesos, tecnológicos y energéticos más eficientes (transporte, producción de cemento, equipamiento electrodoméstico), la sustitución de combustibles fósiles por otros fósiles menos contaminantes (por ejemplo gas natural en lugar de fuel oil), la utilización más o menos acelerada de las FRE (en especial biomasa, viento y sol), y finalmente, por una tendencia sostenida hacia una estructura productiva menos intensiva en el uso de la energía.

Los costos acumulados de inversión en maquinarias y equipos (costo de capital), actualizados al año 2004, del escenario de Mitigación con respecto al de Referencia, ronda los 34 billones de dólares (constantes de 1997), lo que representa el 2,1% del Producto Interno Bruto (PIB) acumulado y actualizado entre el 2004 y el 2050¹². Estudios internacionales presentan resultados que se sitúan en un rango entre el 1 y el 3% del PIB. Para evaluar la pertinencia de una política de mitigación activa, se estima que las pérdidas del PIB global por el costo de “no acción” ante el cambio climático, representa entre un 5 y 20% del producto global (Stern, 2006).

Los costos de inversión del escenario intensivo en el uso de las FRE, se diferencian tanto con relación al escenario de Referencia como al de Mitigación, en la magnitud de las inversiones en la actividad de generación eléctrica. Los costos de capital acumulados del subsector eléctrico en los escenarios de Mitigación e Intensivos en el uso de FRE, en el año 2050 exceden los correspondientes al escenario de Referencia en 3,1 y 5,2 billones de dólares respectivamente, mientras que el diferencial de costos acumulados entre los escenarios de Mitigación es de 2,1 billones de dólares a favor del escenario Intensivo en FRE.

En 1989 las FRE representaron el 23% de la Oferta Total de Energía (OTE), la mayor parte en forma de biomasa cañera utilizada en la generación de electricidad, con muy baja eficiencia, y con una potencia instalada del orden de los 820 MW (20% de la capacidad instalada en el país). Con ello se generaba alrededor de 2 mil GW h, aproximadamente el 12% de la energía eléctrica producida en el país. En ese año, la producción de azúcar de caña alcanzó uno de los niveles más elevados de la etapa revolucionaria en Cuba. Con la reestructuración de la industria azucarera, la participación de las FRE en la OTE y en la producción de electricidad, se redujo dramáticamente, de tal forma que en el año base de los escenarios que se presentan en este trabajo (2004), la energía eléctrica generada representó apenas el 6% de la generación total del país.

Bajo las condiciones del escenario de Referencia en el 2050, las FRE llegan solamente al 10% de la OTE, con una capacidad instalada de casi 1 400 MW (11% de la capacidad de generación total del país), responsable del 17% de la electricidad total generada. Mientras, en el escenario de Mitigación, las FRE

¹² Todos los análisis económicos financieros fueron realizados en términos reales, esto es, en pesos o dólares constantes del año 1997, utilizando la tasa oficial de cambio (para las empresas y las relaciones con el exterior), de 1 peso cubano igual a 1 dólar norteamericano; y una tasa de descuento del 5%. Por otra parte, a falta de coeficientes de emisión propios, se utilizaron los sugeridos por las Guías del IPCC para la elaboración de los inventarios de emisiones y remociones de GEI.

alcanzan una participación similar a la del año 1989, con el 20% de la OTE, pero con una notable diferencia en cuanto a la participación en la capacidad de generación instalada, 39% de la potencia total del país (unos 7 300 MW), responsable del 31% de la producción total de electricidad (26 mil GWh).

En un escenario más radical en cuanto al uso de las FRE en la generación de electricidad, lo que significa, aprovechamiento de la biomasa, el potencial eólico y solar, uso de los residuos sólidos urbanos, energía hidroeléctrica (el 75% de la energía generada en el 2050), el potencial de mitigación de GEI es del orden de los 435 millones de tCO₂eq, mientras que desde el punto de vista de la inversión de capital es superior al escenario de Mitigación en unos 2 300 millones de dólares. En este escenario, en el 2050, la capacidad de generación instalada con FRE representa el 91% de la potencia total del sistema eléctrico; genera el 89% de la electricidad e insume el 81% de la energía necesaria para la generación de electricidad (unos 11 millones de tep), que a la vez representan el 55% de la OTE. El 19% de la energía invertida en la generación correspondiente a combustibles fósiles, unos 784 Mtep (solo el 6%), corresponden a derivados del petróleo, en este caso, al diesel de los grupos electrógenos interconectados al sistema; el resto corresponde al gas natural.

Por otra parte, en el escenario de Mitigación, el uso del gas natural representa el 41% de la OTE, mientras que en el de Referencia, apenas alcanza el 14%, lo que también explica la reducción de emisiones de GEI y de la factura energética acumulada al 2050.

El comercio de energía arroja resultados favorables en cuanto a la reducción de la factura y de la dependencia energética. En el escenario de Mitigación, las importaciones acumuladas se reducen en unas 53 MMtep (12 billones de dólares actualizados al 2004); mientras que las exportaciones de crudo y derivados se incrementan en 66 MMtep, unos 21 billones de dólares. En 2050 la importación de energía se reduce unos 4 millones de tep; equivalente a unos 800 millones de dólares.

Buena parte de las opciones identificadas pueden integrar la cartera nacional de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto. Si la mitad del Potencial de Mitigación identificado (357 Millones de tCO₂eq) pudiera ser incluido en la cartera de proyectos MDL, los ingresos estarían en el orden de los 5 billones de dólares, equivalentes al 8% de la inversión acumulada en el escenario de Mitigación, al 24% del incremento de las exportaciones acumuladas de energía, y el 42% de las exportaciones de Bienes y Servicios reportadas en el 2009, unos 11,9 billones de dólares constantes de 1997.

Desde el punto de vista de los consumos y emisiones específicas, los resultados indican reducciones importantes en el escenario de Mitigación con relación al de Referencia. Por ejemplo, aunque tanto en el escenario de Referencia como en el de Mitigación se consiguen importantes reducciones de la intensidad energética entre el 2004 y el 2050, en este último se alcanza un nivel de consumo final de energía por cada mil pesos de producto agregado (PIB a precios constantes de 1997) un 8% inferior al correspondiente al mismo período en el escenario de Referencia. Esto significa que en este escenario se necesitarían 10 kilogramos

equivalentes de petróleo (kgep) menos para producir 1 000 pesos de PIB que en el escenario de BAU. De igual forma ocurre con las emisiones específicas. Las emisiones per cápita en el escenario de Mitigación (2,52 tCO₂eq), para el año 2050, son 3,6 tCO₂eq inferiores a la del escenario de Referencia, y casi 2 tCO₂eq menos que las emisiones del año base (4,49 tCO₂eq).

Por otra parte, la intensidad de las emisiones se reduce en el escenario de Mitigación con respecto al de Referencia tanto con relación al producto agregado, como a la energía eléctrica generada. En el primer caso en un 46% (de 0,327 tCO₂eq por cada mil pesos de producto agregado en el escenario de Referencia a 0,150 en el escenario de Mitigación); mientras que en el segundo, la reducción fue del 50% (de 0,5 MtCO₂eq/GWh en el escenario de Referencia a 0,25 en el de Mitigación). Ambos indicadores son sustancialmente menores que los estimados para el año base del estudio.

Los resultados indican que en ambos escenarios se estiman reducciones importantes de la intensidad energética y de las emisiones de GEI en un contexto de expansión de la utilización de la energía final por habitante. El consumo per cápita de energía final en el 2004 es de apenas media tonelada equivalente de petróleo, uno de los más modestos de Latinoamérica y el Caribe, al igual que en el 2050 se estima que éste alcance la cifra de 1,6 tep/hab en el escenario de Referencia y 1,4 tep/hab en Mitigación. Estos resultados se sustentan por importantes ganancias de eficiencia energética, generación del uso de la electricidad y de FRE y una estructura productiva dinámica y favorable a actividades de menores requerimientos energéticos.

El análisis multicriterio integrado de las opciones de mitigación estudiadas se realizó teniendo en cuenta 6 criterios, que arrojaran mayor grado de discriminación para el ordenamiento de las opciones. Se hizo énfasis en aquellos donde se definiera claramente la reducción de emisiones y el costo (beneficio) por unidad de emisiones evitadas, ambos cuantitativos, y en 4 criterios cualitativos que resumieran la aceptación social y tecnológica de cada opción.

Los resultados ubican como opción más “preferida” la sustitución de focos ahorradores por lámparas LEDs (opción que en el análisis sectorial se sitúa en el séptimo lugar). Al mismo nivel aparece el cambio del tráfico de carga por carretera a ferroviario (última de las opciones en el orden de prioridad resultante del análisis del sector del Transporte). Se sitúan a continuación las opciones correspondientes al uso de CTE de biomasa cañera; la sustitución del tráfico de pasajeros por ómnibus a ferrocarril; las turbinas de gas con ciclo combinado; y la sustitución de refrigeradores existentes por equipos más eficientes (Tabla 4.3).

Tabla 4.3 Costos de las opciones “preferidas”.

Opción	Miles de toneladas de CO ₂		USD/tCO ₂
	Potencial de la opción	Mitigación acumulada	Costo del CO ₂ evitado
LEDs	80	80	- 433.00
Pasajeros FFCC	10	90	- 392.00
Carga FFCC	1 446	1 536	- 289.00
Refrigeradores	290	1 826	- 224.00
TGNCC	452	2 278	- 113.00
CTE de biomasa cañera	993	3 271	- 98.00
Cobertura Forestal	1 200	4 471	1.40
Remotorización	18	4 489	235.00

4.4 Opciones de mitigación

4.4.1 Sector residencial

En este sector se evaluaron nueve opciones de mitigación de emisiones de GEI: 1) sustitución del alumbrado por lámparas LED; 2) Introducción de calentadores solares de 90 litros de capacidad; 3) introducción de cocinas de inducción; 4) sustitución de televisores por otros más eficientes; 5) sustitución de refrigeradores por otros más eficientes; 6) reemplazo de equipos de climatización por otros más eficientes; 7) reemplazo de cocinas de queroseno por módulos de cocción en los hogares; 8) Introducción de hornos microondas; y 9) introducción de purificadores de agua.

Sustitución del alumbrado por lámparas LED. Existe un potencial de 15 millones de lámparas fluorescentes para sustitución por LED. Se utilizarían lámparas LED de 6 W en formato de lámparas fluorescentes de 20 W. Cada lámpara LED tiene un costo de 20 dólares. El tiempo de vida útil es de 50 mil horas. Los resultados obtenidos son: 84,9 ktCO₂eq evitadas anualmente; costo del CO₂ dejado de emitir - 433,51 USD/tCO₂eq.

Calentadores solares. Se propone introducir 833 mil calentadores solares de 90 litros de capacidad a costo de 180 USD cada uno para sustituir a los calentadores eléctricos. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 85,3 ktCO₂eq a un costo de -321,65 USD/tCO₂eq.

Cocinas de inducción. Se sugiere introducir 0,5 millones de cocinas de inducción a un costo unitario que varía entre los 469 y los 866 USD. La tecnología de inducción reduce el consumo de electricidad en casi un 71% con respecto al de la hornilla eléctrica modelo HACEB. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 42,8 ktCO₂eq a un costo de 210 USD/tCO₂eq.

TV eficientes. Se propone sustituir cerca de 1,5 millones de televisores de diferentes marcas aún existentes en el país, por otros aparatos más eficientes. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 17,5 ktCO₂eq a un costo de - 501,95 USD/tCO₂eq.

Refrigeradores eficientes. Se propone la sustitución de casi 2,6 millones de refrigeradores, introducidos entre 2007-2009, por equipos con mejor desempeño, a un costo unitario de 225,6 USD. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 291,6 ktCO₂eq a un costo de - 224,1 USD/tCO₂eq.

Equipos eficientes para acondicionamiento del aire. Entre 2007 y 2009 se sustituyeron por equipos eficientes unos 78 mil equipos de climatización. Los equipos nuevos cuentan con un consumo anual promedio de 2098 kWh; mientras que el correspondiente a los existentes era de 4032 kWh. Esta opción tiene un potencial de mitigación de GEI de 42,3 ktCO₂eq anuales a un costo de - 462 USD/tCO₂eq.

Módulo de cocción eléctrico. Hasta el año 2009 se produjo el reemplazo de cocinas de queroseno por módulos de cocción en 3,2 millones de hogares. Las viejas cocinas consumían unos 8 GJ/año, con una eficiencia del 30% y un costo de 5 USD; a diferencia del módulo eléctrico (olla arrocera, olla multipropósito y hornilla), que tiene una demanda de potencia de 2,5 kW, una eficiencia del orden del 90% y un costo de 52,6 USD. Esta opción tiene un potencial de mitigación de GEI de 1233 ktCO₂eq anuales a un costo de - 117,7 USD/tCO₂eq.

Hornos microondas. Se propone introducir 1,5 millones de hornos microondas a un costo promedio de 35 USD cada uno. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 30,3 ktCO₂eq a un costo de - 342,31 USD/tCO₂eq.

Purificadores de agua. Para llegar al 20.5 % de los hogares cubanos se introducirían 0,5 millones de purificadores de agua a un costo unitario de 1,40 USD (el de zeolita con zinc). Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 29,1 ktCO₂eq a un costo de - 526,6 USD/tCO₂eq.

4.4.2 Sector generación de energía eléctrica

En el sector de generación de electricidad se evaluaron nueve opciones de mitigación: 1) introducción de la gasificación de biomasa cañera y forestal; 2) uso de la biomasa cañera en termoeléctricas; 3) generación de energía eólica; 4) incremento de la generación de electricidad por medio de la hidroenergía; 5) empleo de la energía solar fotovoltaica conectada a la red; 6) ciclos combinados con gasificadores de carbón integrado; 7) utilización del gas natural en las termoeléctricas; 8) utilización del gas natural en ciclo combinado de gas; y 9) generación de electricidad con carbón.

Utilización de biomasa cañera y forestal en ciclo combinado. La gasificación de la biomasa y su utilización en turbinas de gas es una práctica común, pero con baja eficiencia. Debido a que en Cuba existe un potencial importante de biomasa para este propósito, se evalúa esta alternativa como opción de mitigación respecto a una termoeléctrica convencional. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 553,5 ktCO₂eq a un costo de -103.41 USD/tCO₂eq.

Biomasa cañera en termoeléctricas. Hoy funcionan en el país un grupo de centrales azucareros que aportan una capacidad de cogeneración de 498 MW, en su conjunto. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 993 ktCO₂eq a un costo de - 98.06 USD/tCO₂eq.

Generación de energía eólica. Actualmente existen en el país 4 parques eólicos (20 máquinas) que totalizan 11.7 MW. Por la intermitencia del viento, esta opción de mitigación se compara con motores diesel operando con fuel oil, garantizando un nivel de generación equivalente. Con ella, las emisiones evitadas ascienden a 142,6 ktCO₂eq anualmente a un costo de - 47.19 USD/tCO₂eq.

Generación de electricidad por medio de la hidroenergía. Cuba dispone de 62 MW instalados en 180 hidroeléctricas. Las centrales hidroeléctricas que se proponen para la mitigación, considerando la intermitencia de la fuente en diferentes épocas del año, reemplazarán una generación equivalente de grupos electrógenos que utilizan fuel oil. Con la implementación de esta opción, las emisiones evitadas ascienden a 251,6 ktCO₂eq anualmente a un costo de -65.42 USD/tCO₂eq.

Empleo de la energía solar fotovoltaica conectada a la red. Actualmente existen instalados en el país unos 96 miles paneles fotovoltaicos. La radiación solar diaria promedio del país permite instalar 100 MW conectados a la red. Las centrales solares que se construyan para esta opción de mitigación reemplazarán una cantidad equivalente de grupos electrógenos que utilizan fuel oil para generar electricidad. Las emisiones evitadas con la implementación de esta opción ascienden a 261,4 ktCO₂eq anualmente a un costo de - 13.78 USD/tCO₂eq.

Ciclos combinados con gasificadores de carbón integrado. Se sugiere sustituir todas las turbinas de gas natural con la introducción de ciclos combinados en los esquemas de turbinas de gas con gasificación de carbón. Los ciclos combinados con gasificadores de carbón integrados tienen una eficiencia del 50%, mientras, las turbinas de gas natural reemplazadas tendrían una eficiencia térmica del 20%. Como resultado del diferencial de eficiencia favorable a la tecnología de gasificación de carbón y ciclo combinado, las emisiones de GEI evitadas anualmente serían del orden de las 44 ktCO₂eq; sin embargo, el costo sería de alrededor de 900 USD/tCO₂eq evitada.

Utilización del gas natural en las termoeléctricas existentes. Se propone la utilización del gas natural en sustitución del fuel oil en 300 MW instalados. Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 407 ktCO₂eq a un costo de - 40,9 USD/tCO₂eq.

Utilización del gas natural en ciclo combinado de gas. Los ciclos combinados comenzaron a utilizarse en la generación de electricidad en 1998, con la creación de la empresa mixta ENERGAS. En estos momentos se encuentran instalados 375 MW en total, de los cuales 180 MW corresponden a un ciclo combinado (3 turbinas de gas de 35 MW y 1 turbina de vapor de 75 MW) (ONE, 2011). Con esta opción se dejarían de emitir anualmente a la atmósfera 451,9 ktCO₂eq a un costo de - 112,99 USD/tCO₂eq.

Generación de electricidad con carbón. Los costos de inversión para las plantas de carbón con gasificadores integrados y ciclos combinados, duplican a los asociados a las turbinas de gas natural con ciclos combinados, aunque en las primeras se esperan incrementos sustanciales en la eficiencia térmica y reducciones significativas en las emisiones de gases, lo que unido a la dinámica de los precios del gas natural y del carbón favorecerán la introducción de las plantas de carbón con gasificadores integrados y ciclos combinados en los mercados energéticos. La opción presentada evita anualmente la emisión a la atmósfera de casi 9 ktCO₂eq. Por otra parte, se evitarían anualmente erogaciones por concepto de gastos de combustible del orden de los 20 millones de dólares; sin embargo, los costos

totales anuales de esta opción son notablemente mayores que el resto de las opciones evaluadas, unos 7 mil USD/tCO₂eq evitada.

4.4.3 Sector transporte

La evaluación en el sector del transporte se realizó tomando en consideración las perspectivas de desarrollo del sector en su conjunto, teniendo en cuenta las actuales emisiones de GEI y la evolución prevista de la demanda de transporte por parte de la economía y la sociedad cubanas para diferentes escenarios socioeconómicos hasta 2050. Fueron evaluadas seis opciones de mitigación: 1) remotorización; 2) reordenamiento; 3) uso de mezcla alcohol-gasolina; 4) Paso de carga a ferrocarril; 5) Paso del tráfico de pasajeros de ómnibus a ferrocarril; y 6) Utilización del biodiesel en el transporte por carretera.

Remotorización. Hasta el año 2010, en el país se han remotorizado más de 3500 camiones, propiciando un ahorro mensual de 2,4 millones litros de combustible. En el futuro la relación de vehículos que utilizan gasolina y diesel se revertirá con respecto a la proporción actual; esto es, de una relación gasolina - diesel de 54 % y 46 % pasaría a una de 44 % gasolina y 56 % de equipos diesel, con la virtual eliminación de los camiones, cuñas y ómnibus que utilizan gasolina. Con la implementación de esta opción se estima que sean evitadas unas 2,03 tCO₂ por unidad remotorizada.

Reordenamiento. La alternativa del reordenamiento del transporte es viable, al permitir un cambio de combustible, lograr disminuir los valores del consumo total, y por tanto, los costos anuales y las emisiones de GEI, expresadas en CO₂ equivalente. La mayor parte de los vehículos pesados de gasolina que no hayan sido remotorizados y que no se empleen para labores de carga pueden ser sustituidos por camionetas Diesel, con un menor consumo específico (8 litros/100km), lo que facilita que se eviten 3,85 tCO₂ por unidad.

Uso de mezcla alcohol – gasolina. El alcohol anhidro en mezcla al 10 % en volumen con gasolina pasaría a usarse en todos los tipos de vehículos que circulan en el país, con independencia de su envejecimiento. Por experiencia internacional, se conoce que la eficiencia se mantiene con el empleo o no del alcohol; por tanto, se asume que el poder energético de la mezcla de combustibles empleada en los vehículos será el mismo que en el año base. Con esta opción la cantidad de combustible fósil empleado decrece, lo cual favorece la disminución de los costos.

Traspaso del tráfico de carga de transporte automotor a ferroviario. Durante los próximos años se favorecerán las cargas por ferrocarril. Esta opción reporta importantes beneficios, tanto por el nivel de actividad como por su efectividad en la disminución de 1,4 millones de tCO₂ equivalente al año y sus costos asociados.

Paso del tráfico de pasajeros de ómnibus a ferrocarril. A partir del año 2025, se estima que el tráfico de pasajeros a larga distancia crezca, y parte de las transportaciones que en la actualidad se realizan por ómnibus pasen al ferrocarril. De este modo se incrementaría el tráfico anual en este medio de transporte en 1,1 millones de pasajeros-km, lo cual requeriría la adquisición de 10 vagones de pasajeros y 1 locomotora por formación. De no realizarse el traspaso, se requiere la adquisición de 30 ómnibus.

Utilización de biodiesel en el transporte por carretera. En el 2050, el 30% del tráfico de pasajeros por ómnibus urbanos se realizará utilizando biocombustibles. La eficiencia de los motores que utilizan biodiesel es ligeramente superior a la de los motores convencionales, mientras que los costos de los motores no se diferencian mucho de los motores a diesel “fósil”. Por otra parte, para igual fecha, el 70% del tráfico de pasajeros por ómnibus interurbanos se realizará utilizando biocombustible en sustitución del diesel “fósil”. También para el 2050, el 70% del tráfico de carga carretero (ligero y pesado), se realizará utilizando biodiesel en sustitución del diesel tradicional. En resumen, la introducción del biodiesel en el tráfico de pasajeros por ómnibus y de carga por carretera permite la identificación de un potencial de mitigación de emisiones de GEI del orden de los 20 millones de tCO₂eq.

4.4.4 Sector industrial y agropecuario

En este sector se evaluaron siete opciones de mitigación: 1) producción de cemento; 2) producción de biogás a partir de los mostos de destilerías de alcohol; 3) producción de biogás a partir de los desechos en instalaciones porcinas; 4) reducción de emisiones de CH₄ de la fermentación entérica del ganado vacuno; 5) reducción de emisiones de CH₄ en el cultivo de arroz seco; 6) uso del estiércol del ganado vacuno para la producción de biofertilizantes; y 7) cambio de la agricultura de altos insumos a la de conservación.

Producción de cemento. El uso de zeolita como aditivo en la industria cementera nacional constituye una de las medidas mitigación de emisiones de GEI identificadas en este sector. El uso de aditivos reduce la cantidad de emisiones de CO₂, a partir de la reducción de la cantidad de clinker (responsable fundamental de las emisiones en la industria, debido al proceso de descarbonización de la caliza), necesario para la producción de cemento. El cambio en la estructura productiva a favor de los cementos aditivados Portland Puzolánico (PP 35) y Portland (PZ 25), reduce las emisiones de CO₂ de 1,8 a 1,5 millones de toneladas anuales, para un potencial de reducción anual de 300 ktCO₂, unos 6 millones de tCO₂ en 20 años.

Producción de biogás a partir de los mostos de destilerías de alcohol. Un programa de expansión de capacidades a partir de nuevas destilerías, tendría como objetivos además de lograr la flexibilidad productiva en las producciones de azúcar–alcohol carburante–electricidad, según el mercado, obtener nueva fuente de ingreso de divisas. La instalación de capacidades de destilación en 7 fábricas de azúcar, incorporaría una producción de alcohol a razón de 1,9 millones de litros diarios que equivaldrían, a unos 11.4 millones de litros de mostos al año, cuyo procesamiento anaeróbico evitaría la emisión de 21 ktCO₂eq al año, con un costo de tCO₂eq del orden de los 0.8 USD.

Producción de biogás a partir de los desechos en instalaciones porcinas. En el sector empresarial porcino especializado las evaluaciones realizadas por el Grupo de Bioenergía de CUBAENERGIA, han identificado unas 100 unidades industriales que agrupan unas 450 mil cabezas, la cuarta parte de la existencia total de cerdos en el 2009. Podrían producirse y procesarse anaeróbicamente unas 200 mil toneladas de excretas al año, evitando emisiones por unas 143 ktCO₂eq al año, a un costo de 0.5 USDtCO₂eq evitada.

Reducción de emisiones de CH₄ de la fermentación entérica del ganado vacuno.

Se le presta especial atención a la fermentación entérica, pues al cierre del 2002 su participación en las emisiones directas de metano alcanzó el 89%. La reducción de estas emisiones en un 10%, a partir de estrategias alimenticias que constituyen acciones que reduce exitosamente las emisiones de metano para esta fuente en particular, significaría niveles de mitigación anuales del orden de las 355 ktCO₂eq. En este caso no se logró cuantificar los costos de la tCO₂eq evitada.

Reducción de emisiones de CH₄ en el cultivo de arroz en secano "favorecido".

Entre 2004 y el 2050 se pasan 194 kha de arroz cultivado por el método de aniego a secano. Se logran de esta forma niveles de mitigación del orden de los 147 ktCO₂eq al año, con beneficios adicionales (costos negativos) a los 2,7 USD/tCO₂eq evitada.

Uso del estiércol del ganado vacuno para la producción de biofertilizantes.

De acuerdo al crecimiento estimado del rebaño, en el 2050 el país contaría con una masa ganadera de unas 7,8 millones de cabezas por lo que tanto la producción de estiércol como las emisiones de CH₄ resultantes se duplicarían, alcanzando niveles de emisión anuales del orden de los 42,3 ktCH₄. Con el procesamiento de los desechos vacunos en humus de lombriz y compost se reducirían las emisiones de este gas a la mitad, a un costo promedio por tonelada de abono orgánico del orden de los 16 a 30 USD. De esta forma es posible obtener reducciones anuales de emisiones de metano en el orden de los 341 ktCO₂eq a un costo por tCO₂eq de 82 USD.

Cambio de la agricultura de altos insumos a la de conservación.

220 mil ha en el periodo 2004-2050, pasarán de la forma de explotación actual o agricultura de altos insumos, a agricultura de conservación, con impactos muy positivos en ahorro de combustible, fertilizante, agua y mano de obra, con una mejora sustancial para el suelo y el incremento de la captura de carbono. Anualmente se mitigan unas 387 ktCO₂eq, con un beneficio adicional (costos negativos) de 60.1 USD/tCO₂eq evitada.

4.4.5 Sector forestal

En este sector se evaluaron dos opciones de mitigación: incremento de la cobertura forestal hasta el 35% para el 2050 y el cambio de categoría de bosques de productivos a conservación. Las opciones evaluadas arrojan un potencial de mitigación del orden de las 1223 ktCO₂eq al año, a un costo promedio de la tCO₂eq evitada de 1.9 USD.

Forestación. Se alcanza, en el 2050, un 35% de cobertura forestal, lo cual representa tener reforestadas 3 846 Mha, o sea, incrementar 615,36 Mha a partir del 2015. Teniendo en cuenta que en el 2009 la retención de carbono por los bosques estaba en el orden de 1,87 t/ha, para el año 2050 la remoción de CO₂ de la atmósfera ascendería a 26 403,8 Mt, diferenciándose en 6 629,59 Mt de las que fueron removidas en el 2009 y en 4 252,3 Mt de la remoción esperada en el 2015. Anualmente se mitigan unas 1200 ktCO₂eq, a un costo de 1.36 USD/tCO₂eq evitada.

Cambio de categoría de bosque (de productivo a protector).

Esta opción considera que con el cambio de categoría de bosques productores a bosques de conservación, se incrementa el carbono retenido en esas áreas debido a que las talas se circunscribe solamente a las establecidas por el plan de manejo para esta

categoría, y hace que el bosque mejore su rendimiento y salud. En este sentido, en la Empresa Forestal Integral (EFI) Victoria de Girón se recategoriza en sus funciones y pasa de entidad productiva a área protegida de la Empresa de Flora y Fauna. El paso de 115.4 kha de bosque productor a protector hace posible la mitigación de unas 23.5 ktCO₂eq anualmente en esa empresa forestal, a un costo la tCO₂eq evitada de 29.3 USD.

4.4.6 Sector desechos

En el Sector de los desechos se evaluaron dos opciones de mitigación: recuperación del CH₄ mediante la gestión de desechos sólidos municipales (DSM) y generación de electricidad por incineración de los DSM.

Gestión de desechos sólidos municipales (DSM). A partir de las proyecciones de la población urbana y de la generación y disposición de DSM en los Sitios de Disposición de Desechos Sólidos (SDDS), se estima que la gestión de los desechos sólidos municipales permita mitigar 640 ktCO₂eq por año. Dada la heterogeneidad de los procedimientos y las tecnologías involucradas no fue posible estimar los costos de la tCO₂eq evitada.

Generación de electricidad a partir de la incineración de desechos sólidos municipales (DSM). De acuerdo con los estimados de crecimiento demográfico, en el 2050 la población urbana del país estará cercana a los 8,4 millones de personas, las cuales generarán unas 2,8 millones de toneladas de residuos sólidos, cuyo manejo en rellenos sanitarios liberarán unas 112,8 ktCH₄. En el 2020 se pondrá en explotación los primeros 25 MW de potencia a partir de la incineración de los desechos sólidos. El potencial de mitigación de emisiones de CH₄ estimado entre el 2020 y el 2050, en términos de potencial de calentamiento equivale a 11,5 millones de tCO₂eq. El costo estimado por tonelada de metano evitada es de 0,35 dólares.

4.5 Resultados del Mecanismo de Desarrollo Limpio

Como resultado del trabajo de las empresas y las estructuras creadas para implementar en Cuba el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), al finalizar el año 2013 se disponía de 4 proyectos: 2 en fase de expedición de Reducciones Certificadas de Emisiones (CER) de Gases de Efecto Invernadero, 1 en fase de validación y 1 en fase de revisión (Tabla 4.4).

Tabla 4.4 Proyectos listos para implementar el MDL.

Proyecto	Fase en ejecución	CERs esperados (tCO ₂ eq/año)
ENERGAS Varadero: conversión de ciclo abierto a ciclo combinado	Expedición de CER	342 235
Captura y destrucción de CH ₄ en el vertedero de Calle 100, en La Habana; y Gascón, en Santiago de Cuba	Expedición de CER	123 162
ENERGAS Jaruco: conversión de ciclo abierto a ciclo combinado	Validación	607 335
Reducción de las emisiones de CO ₂ en la producción de cementos con aditivos en Cementos Cienfuegos S.A. Cuba	Revisión	66 000

En la actualidad, 8 ideas de proyecto conforman la carpeta de proyectos MDL del país. Dichas ideas se encuentran publicadas en el Bazar MDL, en el sitio web de PNUMA-Risoe, en la siguiente dirección electrónica: <http://www.cdmbazaar.net>.

4.6 Acciones de mitigación realizadas por comunidades de base

Con el apoyo financiero del Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) se han desarrollado proyectos que contribuyen a la mitigación del cambio climático, en varias comunidades del país. Su selección ha respondido a las prioridades recogidas en la Estrategia Ambiental Nacional, con especial atención a los ecosistemas de montaña, llanura y costeros.

Estas acciones han estado vinculadas a:

- La reforestación y la Introducción del cálculo del secuestro de carbono en plantaciones.
- El fomento de nuevas fuentes renovables de energía (fotovoltaica e hidráulica), que han permitido la electrificación de 716 viviendas en zonas aisladas, fundamentalmente en ecosistemas de montaña; y la introducción de cocinas eficientes, que permiten un ahorro aproximado de 16 000 m³ de leña /año,
- La introducción de la tecnología de biodigestores de membrana en las instalaciones de 34 criadores de cerdo para el manejo de las excretas, y la utilización del biogás resultante en la cocción de alimentos, reportando una disminución del uso de electricidad por este concepto.
- La implementación de otras acciones relacionadas con mejores prácticas agrícolas para la conservación de los suelos.

4.7 Consideraciones finales

La evaluación efectuada constituye una notable oportunidad para explorar las posibles consecuencias de diferentes sendas de desarrollo sobre el sistema socioeconómico y ambiental. Aunque su objetivo es identificar las opciones de mitigación de emisiones de GEI y el potencial a éstas vinculadas, pone en evidencia los impactos sobre el uso, el comercio exterior, la eficiencia y los costos de tales escenarios. Por otra parte, llama la atención sobre la importancia de incorporar metodologías y técnicas de evaluación para los estudios de mitigación, en especial, la importancia de contar con escenarios robustos, y muy en especial con un escenario Base o de Referencia bien estructurado y que incorpore las tendencias del sistema socioeconómico y ambiental, y las medidas y políticas identificadas en proceso de implementación, de tal forma que no constituya solo una extrapolación de datos actuales hacia el futuro.

En las seis opciones priorizadas por el análisis multicriterio integrado se concentra la tercera parte de las emisiones evitadas anualmente, con beneficios que están en

el orden de los 66 dólares por tCO₂ evitadas, algo inferiores al promedio de las opciones evaluadas.

En la Tabla 4.5 se presenta un resumen de las opciones evaluadas de mitigación con las emisiones de CO₂ dejadas de emitir (en miles de tCO₂eq/año), sus costos asociados y los criterios cualitativos utilizados sobre barreras tecnológicas, aceptación pública, capacidad de implementación e impacto positivo.

Tabla 4.5 Resumen de las opciones de mitigación.

Opciones de Mitigación	Emisiones de CO ₂ dejadas de emitir (miles de tCO ₂ eq/año)	Costo (USD/tCO ₂ eq)	Barreras Tecnológicas	Aceptación Pública	Capacidad de Implementación	Impacto Positivo
Sector Residencial	1.857	-174				
Alumbrado por lámparas LED	85	-433	Alta	Alta	Alta	Alto
Calentadores eléctricos por solares	85	-321	Baja	Alta	Alta	Alto
Cocinas de inducción	43	210	Alta	Alta	Media	Alto
Televisores eficientes	18	-501	Baja	Alta	Alta	Alto
Refrigeradores eficientes	292	-224	Baja	Alta	Alta	Alto
Equipos de climatización más eficientes	42	-482	Baja	Alta	Alta	Alto
Módulos de cocción	1.233	-118	Baja	Alta	Alta	Medio
Hornos microondas	30	-342	Alta	Alta	Media	Alto
Purificadores de agua	29	-526	Baja	Media	Media	Alto
Sector Generación de Electricidad	3.115	-54				
Biomasa cañera y forestal en ciclo combinado	554	-103	Baja	Alta	Baja	Medio
Biomasa cañera en termoeléctricas	993	-98	Media	Alta	Alta	Bajo
Energía eólica	143	-47	Media	Alta	Media	Bajo
Hidroenergía	252	-65	Media	Alta	Alta	Bajo
Energía solar fotovoltaica conectada a la red	261	-14	Media	Alta	Media	Bajo
Ciclos combinados con gasificadores de carbón	44	918	Media	Media	Alta	Bajo
Gas natural en las termoeléctricas	407	-41	Alta	Alta	Alta	Bajo
Gas natural en ciclo combinado de gas	452	-113	Media	Alta	Alta	Bajo
Generación de electricidad con carbón	9	7.272	Media	Media	Alta	Bajo
Sector Transporte	1.679	-228				
Remotorización	18	235	Media	Alta	Media	Alto
Reordenamiento	38	163	Media	Alta	Media	Alto
Uso de mezcla alcohol – gasolina	7	-345	Alta	Media	Baja	Medio
Paso de carga a ferrocarril	1.446	-289	Media	Media	Alta	Alto
Paso del tráfico de pasajeros a ferrocarril	10	-392	Media	Alta	Alta	Alto
Biodiesel en el transporte por carretera	160	189	Alta	Media	Baja	Medio
Sector Industrial y Agropecuario	1694					
Producción de cemento	300	1	Alta	Media	Alta	Medio
Biogás de los mostos de destilerías de alcohol	21	1	Alta	Media	Media	Alto
Biogás de los desechos en instalaciones porcinas	143	1	Alta	Media	Media	Alto
CH ₄ de la fermentación entérica del ganado	355	NE	Media	Media	Alta	Alto
CH ₄ en el cultivo de arroz seco	147	-3	Alta	Alta	Baja	Alto
Estiércol del ganado vacuno para biofertilizantes	341	82	Baja	Media	Media	Alto
Agricultura de Conservación	387	-60	Media	Alta	Media	Alto
Sector Forestal	1.224	2				
Forestación	1.200	1	Media	Alta	Alta	Medio
Cambio de bosque productivo a protector	24	29	Media	Alta	Media	Medio
Sector Desechos	890	0				
Gestión de desechos sólidos municipales (DSM)	640	NE	Media	Alta	Media	Alto
Incineración de DSM	250	0	Alta	Alta	Baja	Alto
TOTAL	10.459	-86				

CAPÍTULO 5. OTRA INFORMACIÓN PERTINENTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCION

En la sección V- Otra información que se considere pertinente para el logro del objetivo de la Convención, correspondiente a las Directrices para la Preparación de las Comunicaciones Nacionales de las Partes no pertenecientes al Anexo I (Decisión 17/CP.8 de la Conferencia de las Partes de la CMNUC), se alienta a dichas Partes a que, cuando proceda, faciliten información sobre todas las medidas que hayan adoptado para integrar las consideraciones relativas al cambio climático en las políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes, de conformidad con lo dispuesto en el inciso f) del párrafo 1 del artículo 4 de la Convención. Aquí se debe incluir información sobre las actividades relacionadas con: transferencia de tecnología; observación sistemática e investigación; educación, capacitación y sensibilización de la opinión pública; fomento de la capacidad; e información y trabajo en redes.

El contenido relativo a estos temas dentro de la SCN resultó más extenso que su correspondiente en la PCN. Esta vez se han incluido nuevos tópicos, como son los relacionados con las políticas, estrategias y programas, a fin de cumplimentar información sobre políticas nacionales sociales, económicas y ambientales relevantes y las actividades dirigidas a implementar la Convención.

Por sus implicaciones en el desarrollo a corto, medio y largo plazos, la información más relevante es, sin dudas, la asociada con los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, aprobados por el V Congreso del Partido Comunista de Cuba como parte del proceso de actualización del modelo económico cubano, y su relación con el cambio climático. Dichos Lineamientos se encuentran en proceso de implementación con el objetivo de alcanzar una sociedad socialista próspera y sostenible. Se incluye también información detallada de cómo el cambio climático se ha tomado en consideración dentro de la Estrategia Ambiental Nacional, así como del Programa Nacional de Enfrentamiento al Cambio Climático.

Para la preparación de la sección sobre las actividades de investigación y observación sistemática; transferencia de tecnología; fomento de la capacidad; educación, formación y sensibilización del público; e información y trabajo en redes, resultó de una valiosa ayuda el documento desarrollado por el Grupo Consultivo de Expertos (CGE en inglés) sobre las comunicaciones nacionales de las Partes no Anexo I, titulado “Plantilla sobre las cuestiones intersectoriales en las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención”. La evaluación preliminar del estado, contexto, capacidad, así como de diferentes escenarios para la transferencia de tecnología con vistas a mitigar y adaptarse al cambio climático en la República de Cuba constituye una novedad en el informe. También se reporta sobre las numerosas actividades realizadas desde la PCN en educación, capacitación y sensibilización pública en el país.

Se le dedica un epígrafe en particular al papel de la cooperación Sur-Sur en el desarrollo de las actividades de cambio climático, tanto en el proceso de

preparación de las comunicaciones nacionales como en la participación en proyectos, o en la creación de capacidades en general. Por último, es notable el incremento sustancial del epígrafe dedicado a la información y trabajo en redes, respecto a la PCN.

5.1 Políticas estratégicas y programas

5.1.1 La Estrategia Ambiental Nacional y el cambio climático

El cambio climático ha estado incorporado a la agenda ambiental nacional desde comienzos de los años 90 del siglo pasado. La situación actual obliga a todos los sectores nacionales, en particular a los más vulnerables a los impactos del cambio climático, a que lo incluyan en sus estrategias ambientales y desarrollen acciones que permitan una mejor adaptación a sus efectos.

La Estrategia Ambiental Nacional (EAN) para un periodo de tiempo dado considera los elementos claves de la política y la gestión ambiental cubanas en ese plazo. La EAN para el cuatrienio 2007-2010, si bien no declaraba al cambio climático como uno de los cinco grandes problemas ambientales identificados explícitamente, señalaba el efecto de los cambios globales, en particular del cambio climático, como uno de los factores tomados en cuenta para definir estos problemas. Entre sus metas se podían distinguir varias que contribuían a la adaptación al cambio climático, como son: reducir en un 15% el volumen de agua aplicada por hectárea de tierra bajo riego en el país, y la reducción del 30% del volumen de agua en los procesos productivos; reforestación de las fajas hidrorreguladoras de ríos y embalses; alcanzar un 69 % del área forestal formada por bosques protectores del litoral, suelos y aguas y bosques de conservación; y tener bajo régimen de manejo costero el 10% de las áreas costeras del país. Otras metas coadyuvaban a la mitigación del cambio climático en el corto plazo, como fueron: efectuar el 80% del control de plagas y enfermedades con productos naturales o biopreparados; incrementar la cubierta forestal nacional en el 2010 de modo que el índice de boscosidad alcanzara el 26,7% del territorio nacional; la conclusión de las acciones del subprograma de bosques energéticos; disminuir en 2 ha o menos las afectaciones provocadas por incendios forestales por cada 1 000 ha de superficie boscosa con respecto al año 2000; que la energía proveniente de fuentes renovables representara al menos el 20% de la matriz energética nacional; y el aprovechamiento del 90% del gas acompañante en la extracción de petróleo.

En la EAN para el periodo 2011 – 2015, los impactos del cambio climático reciben un tratamiento diferenciado, al ser reconocido el fenómeno dentro de los cinco principales problemas ambientales del país, debido a la elevada vulnerabilidad a sus efectos adversos, en particular por su condición de archipiélago.

5.1.2 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático

El 19 de octubre de 2007, y a propuesta del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Consejo de Ministros de la República de Cuba aprobó el Programa Nacional de Enfrentamiento al Cambio Climático. Su antecedente fue la Directiva Número Uno, firmada por el General de Ejército Raúl Castro Ruz el primero de junio del 2005, en su carácter de Vicepresidente del Consejo de

Defensa Nacional, sobre la planificación, organización y preparación del país para situaciones de desastres. El 8 de abril de 2010 se aprobó una Directiva de igual número, que derogó a la anterior, también dirigida a la reducción de desastres; sin embargo, esta vez fue firmada por Raúl Castro en su condición de Presidente del Consejo de Defensa Nacional. En ella se incorpora toda la experiencia acumulada en el enfrentamiento al paso, por vez primera en la historia, de tres huracanes intensos (Gustav, Ike y Paloma) en una misma temporada (2008) y que afectaron a casi toda la nación, con gigantescas pérdidas económicas.

El principio esencial del Programa Nacional de Enfrentamiento al Cambio Climático es el fortalecimiento de las capacidades sistémicas individuales e institucionales para poder responder al reto que representa el cambio climático. Estratégicamente se apoya en las capacidades existentes en programas afines como los de seguridad alimentaria, repoblación forestal, revolución energética y los programas de investigación relacionados con el cambio climático. El Programa incorpora los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo; los resultados de los estudios de vulnerabilidad, impactos y adaptación realizados para las comunicaciones nacionales a la CMNUCC; los impactos del ascenso del nivel del mar sobre la zona costera cubana en su escenario actual y futuro; el ordenamiento ambiental territorial; la gestión ambiental y la gestión del riesgo; los programas sectoriales y territoriales de enfrentamiento a este fenómeno; y las acciones dirigidas a fomentar, desarrollar y elevar la cultura ambiental.

Al ser Cuba un archipiélago, los impactos potenciales del cambio climático y el posible aumento de los desastres relacionados con eventos meteorológicos y climáticos extremos y el aumento del nivel medio del mar, confirman que la adaptación es la estrategia de respuesta más importante. No es una cuestión a considerar en el futuro, es un proceso que comienza desde ahora y estar mejor adaptados a la variabilidad actual del clima reduciendo la vulnerabilidad a la misma, permitirá estar mejor adaptados a un clima futuro más cambiante. Si no existe, o es limitada, la capacidad de adaptación a la variabilidad actual del clima, menos capacidad habrá para adaptarse a un cambio climático de la magnitud del que se proyecta.

Lo antes expuesto implica que la incorporación de la dimensión de adaptación al cambio climático a los programas, planes y proyectos sectoriales vinculados a la producción de alimentos (incluyendo la sanidad vegetal y animal); la higiene y la epidemiología; el manejo integral del agua; la construcción; el ordenamiento territorial de la zona costera; y las nuevas inversiones y planes estratégicos; constituye una prioridad del Programa Nacional de Enfrentamiento al Cambio Climático.

5.1.3 El cambio climático en el contexto de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución

El VI Congreso del Partido Comunista de Cuba aprobó el 18 de abril del 2011 los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, para actualizar el modelo económico cubano. Previamente, el Proyecto de Lineamientos estuvo sujeto a un proceso democrático de amplia participación popular, recibiendo el respaldo de la mayoría de los ciudadanos. Con las numerosas propuestas

realizadas durante dicho proceso, el Proyecto fue reformulado y sometido a aprobación.

La Política Económica y Social del Partido y la Revolución cuenta con lineamientos que permiten trabajar por un desarrollo sostenible, tomando en consideración el cambio climático. A continuación se resumen aquellas políticas y lineamientos cuya implementación contribuye a afrontar este reto global en las condiciones de Cuba.

Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente

El Lineamiento 13 establece, entre otros aspectos, mantener los resultados alcanzados en el campo de las ciencias naturales, los estudios y el empleo de las fuentes de energía renovables. Pero es en el Lineamiento 133 donde se aborda directamente lo relacionado con el cambio climático, y dice textualmente: *“Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico y social. Priorizar estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país. Enfatizar la conservación y uso racional de recursos naturales como los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental”*.

Política agroindustrial

En este caso, el Lineamiento 187 plantea el desarrollo de una agricultura sostenible en armonía con el medio ambiente, que potencie la producción y el uso de los abonos orgánicos, biofertilizantes y biopesticidas; el Lineamiento 196 indica el desarrollo de un programa integral de mantenimiento, conservación y fomento de plantaciones forestales que priorice la protección de las cuencas hidrográficas, en particular las presas, las franjas hidrorreguladoras, las montañas y las costas; y el 202 plantea la reorganización de las actividades de riego y drenaje, para lograr un uso racional del agua.

Política industrial

El Lineamiento 218, sobre la política industrial, insta a prestar una atención prioritaria al impacto ambiental asociado al desarrollo industrial existente y proyectado, e incluye el fortalecimiento de los sistemas de control y monitoreo.

Política energética

Son varios los lineamientos establecidos en la política energética que tributan a la mitigación del cambio climático. En el Lineamiento 245 se llama a que, mediante el programa de rehabilitación y modernización de redes y subestaciones eléctricas, se logren los ahorros planificados y disminuyan las pérdidas en la distribución y transmisión de energía. El 246 trata sobre el fomento de la cogeneración y trigeneración en todas las actividades con posibilidades y, en particular, la generación de electricidad por la agroindustria azucarera a partir del aprovechamiento del bagazo y residuos agrícolas cañeros y forestales. El 247 potencia el uso de las distintas fuentes renovables de energía, fundamentalmente

la utilización del biogás, la biomasa y las energías solar, eólica e hidráulica. Los Lineamientos 251, 252 y 253 prestan atención a la cuestión de la eficiencia energética en el transporte, las nuevas inversiones, el mantenimiento constructivo y reparaciones capitalizables y al perfeccionamiento del trabajo de planificación y control del uso de los portadores energéticos. También la política energética, en su Lineamiento 254, establece la proyección del sistema educativo y los medios de difusión masiva, en función de profundizar en la calidad e integralidad de la política enfocada al ahorro y al uso eficiente y sostenible de la energía.

Política para el turismo

En ella, el Lineamiento 267 refrenda la aplicación de políticas que garanticen la sostenibilidad de su desarrollo, implementando medidas para disminuir el índice de consumo de agua y de portadores energéticos e incrementen la utilización de fuentes de energía renovable y el reciclaje de los desechos que se generan en la prestación de los servicios turísticos.

Política para el transporte

Dos lineamientos de la política para el transporte contribuyen directamente a la mitigación del cambio climático. El Lineamiento 270 establece aprovechar las ventajas comparativas del ferrocarril y de la navegación de cabotaje; y el 272 indica impulsar el programa de recuperación y desarrollo del ferrocarril dentro del proceso inversionista del país, priorizando el mejoramiento y mantenimiento de las vías y la gestión de las operaciones, para elevar la velocidad de marcha de los trenes, la seguridad, la disciplina ferroviaria y disminuir los tiempos de transportación de cargas y pasajeros.

Política para las construcciones, viviendas y recursos hidráulicos

En el tema de la construcción de viviendas, el Lineamiento 295 promueve el empleo de tecnologías constructivas que ahorren materiales y recursos energéticos. En el caso de los recursos hidráulicos, en el Lineamiento 300 se potencia el balance del agua como el instrumento de planificación mediante el cual se mida la eficiencia en el consumo estatal y privado, respecto a la disponibilidad del recurso; en el 301 se establece continuar desarrollando el programa hidráulico con inversiones de largo alcance, para enfrentar mucho más eficazmente los problemas de la sequía y del uso racional del agua en todo el país; y el 302 señala priorizar y ampliar el programa de rehabilitación de redes, acueductos y alcantarillados hasta la vivienda, con el objetivo de elevar la calidad del agua, disminuir las pérdidas, incrementar su reciclaje y reducir consecuentemente el consumo energético.

5.2 Transferencia de tecnología

5.2.1 Introducción

La SCN realizó la evaluación preliminar de la capacidad nacional para la transferencia de tecnología asociada al cambio climático. Este es un aporte respecto a la 1ra Comunicación Nacional; a la vez, fue un reto para el equipo de

trabajo encargado de esta evaluación. Ambos temas, la transferencia de tecnología y el cambio climático, son complejos de abordar por las múltiples aristas y enfoques que poseen. Sin embargo, ellos están estrechamente vinculados al desarrollo sostenible, que se convirtió en el eje principal para llevar a cabo esa evaluación.

El éxito de una transferencia de tecnología depende de la selección adecuada de la tecnología que se necesita para resolver el problema planteado y de la capacidad existente para ejecutar el proceso de transferencia. Tanto la determinación de la demanda tecnológica como de la capacidad existente para adquirir, asimilar y difundir la tecnología, son procesos de evaluación. En estas condiciones, la evaluación constituye un proceso social ejecutado para apoyar la toma de decisiones, basada en una valoración y un análisis objetivo y crítico de datos e información. Las políticas, generalmente sectoriales, son las que condicionan la decisión de transferir una tecnología específica. Este proceso de toma de decisión se facilita por el nivel de confianza de los decisores y un aporte significativo a lograr esa confianza, es la elaboración de respuestas creíbles que son resultado de la aplicación de criterios de expertos a los conocimientos disponibles (PNUMA -IIDS 2007).

Una evaluación de estas características es un proceso que exige una adecuada organización y planificación de las acciones principales, la identificación de los actores y la utilización de un marco analítico que permita ubicar el objeto de la evaluación en el contexto de las metas de desarrollo del país y del cambio climático. Este marco analítico está relacionado con las preguntas clave a responder durante el proceso de evaluación (Garea y Fernández, 2010). A continuación se presenta, de forma resumida, la forma en que se realizó el proceso, los procedimientos utilizados y sus resultados principales.

Una acción que contribuyó a satisfacer las exigencias antes descritas fue la ejecución de un taller de inicio de la evaluación. En ese taller participaron expertos de perfil amplio asociados a sectores productivos, de servicios y académico, además asistieron representantes de instituciones de interfase, reguladoras, económicas-financieras, comerciales y de toma de decisiones. Los resultados principales de este taller fueron: la formulación del objetivo de la evaluación, los conceptos clave a utilizar, la identificación de actores y roles y del marco metodológico a aplicar.

El objetivo fue formulado: Evaluar la capacidad para la transferencia de tecnología para la mitigación y/o adaptación al cambio climático, estableciendo hasta que nivel los conocimientos disponibles, las competencias existentes, los instrumentos y regulaciones vigentes, los sistemas de información, de comunicación y de interrelación entre actores, garantizan el proceso, considerando el escenario actual y el proyectado, en lo político, económico, social y ambiental.

Se consideró como concepto de transferencia de tecnología el “intercambio de conocimientos, hardware y software relacionados, fondos y bienes entre las diferentes partes interesadas, que conduce a la difusión de la tecnología para adaptación o mitigación, la que abarca la cooperación tecnológica entre países y dentro de ellos” (IPCC, 2007).

En este primer taller también se reconoció que:

- La transferencia de tecnología es esencial en la reducción de vulnerabilidades y respuestas de mitigación, en especial cuando a través de ésta se logra asimilar avances tecnológicos que aportan soluciones a problemas complejos y refuerza asimismo la capacidad endógena, inclusive para desarrollar nuevas tecnologías o adaptar las existentes en el mercado. Al evaluar la capacidad para la transferencia de tecnología es necesario examinar el entorno habilitante, el que se refiere a: las condiciones macroeconómicas nacionales; la articulación real de la dimensión ambiental y de cambio climático en las políticas públicas agregadas y sectoriales; la capacidad humana, organizativa e institucional existente; la capacidad de investigación y tecnológica desarrollada; aspectos socio-culturales que pueden acelerar o desacelerar un proceso de transferencia de tecnología y la disponibilidad de información sobre los principales recursos naturales (PNUD, 2010). Este entorno favorable expresa la variedad completa de condiciones institucionales, reguladoras y el marco político del país que conduce a la promoción y facilitación de la transferencia y difusión de tecnologías.
- Es ineludible realizar un análisis de barreras, señalando la naturaleza y origen de cada una de ellas, de forma tal que se identifique si éstas están asociadas al entorno, al sector, a la propia tecnología o constituyen condiciones de borde. Se consideran barreras de borde aquellas que no pueden ser eliminadas ni evitadas, por lo que se debe realizar el proceso de transferencia de tecnología con la presencia de éstas. Igualmente se revisan las relaciones que pueden existir entre las barreras, cuáles son las claves y las de mayor posibilidad de remover por medio de políticas públicas adecuadas y vinculadas a diferentes niveles.

Para facilitar, organizar y homogenizar este proceso de evaluación y contribuir a la elaboración del informe final se diseñó una guía metodológica (figura 5.1), la que tuvo en cuenta, de manera orientativa, los aspectos señalados en el “Manual para realizar una evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático” (PNUD 2010).



Figura 5.1 Componentes principales de la guía metodológica para la evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología.

Además se consideró que el alcance de esta evaluación fuese nacional y al menos se valoraran los últimos 20 años. Por ser parte de las estrategias principales de

desarrollo en Cuba, se seleccionaron los siguientes sectores: energético, hídrico, forestal y agrícola. El trabajo se desarrolló en red y los productos intermedios fueron sometidos, en tres talleres, a consideración de otros actores, los que de forma crítica y objetiva, bajo el marco metodológico aprobado, contribuyeron a que se llegara a respuestas plausibles relacionadas con el objetivo de esta evaluación.

5.2.2 Sector energético

Los problemas prioritarios del sector energético están asociados a la estructura de generación de electricidad basada en combustibles fósiles, una parte importante de los cuales son importados, y a la eficiencia energética que en su uso final es baja. La caracterización de la situación energética actual (ONEI, 2014c), los resultados del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (López et al., 2005) y el cambio climático en Cuba (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001) y (AMA-INSMET-GEF-PNUD, 2013), hacen considerar que entre las prioridades de este sector para el desarrollo y el enfrentamiento al cambio climático estarían las que se muestran en la figura 5.2 (Curbelo et al. 2011).

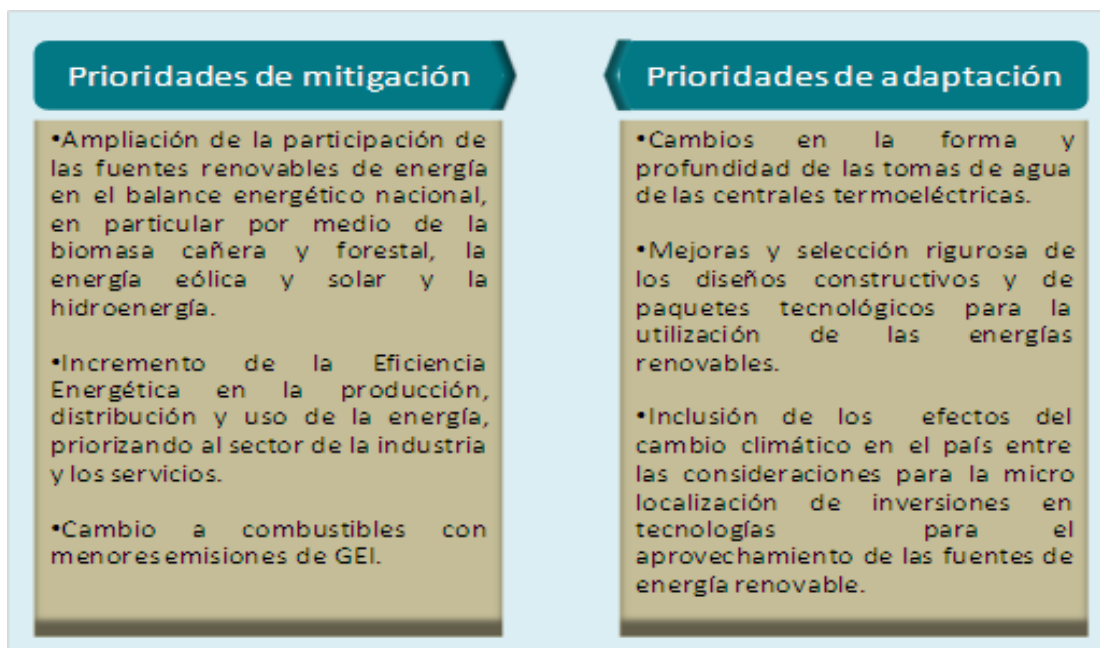


Figura 5.2 Prioridades para el sector energético referido a la mitigación y adaptación al cambio climático.

La evaluación realizada de casos exitosos de transferencia de tecnología en el sector energético demuestra que desde la década de los 80 del siglo pasado, se desarrolló en Cuba una política dirigida a incrementar la participación de las fuentes renovables de energía, cuya implementación dependió de la fuente, de la capacidad de asimilación, del financiamiento disponible y de la prioridad establecida. Las principales acciones fueron: utilización de los sistemas fotovoltaicos para electrificación rural; calentamiento de agua por medio de colectores solares; producción de biogás a partir del tratamiento anaeróbico de residuales orgánicos; electrificación de comunidades rurales por medio de la hidroenergía; generación de electricidad en parques eólicos; incremento de la

eficiencia energética en el uso final; incremento de la eficiencia en la generación, transmisión y distribución de electricidad; programas de rehabilitación de redes eléctricas y acciones para el cambio de combustible. Las vías fundamentales por medio de las cuales se desarrollaron estas acciones son: procesos inversionistas financiados por el Estado y en algunos casos por empresas mixtas; proyectos internacionales financiados por la colaboración internacional bilateral y multilateral y proyectos de donación financiados por Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

En el análisis del entorno y de barreras para este sector, el grupo de trabajo estableció como las principales barreras las que se muestran en la figura 5.3.



Figura 5.3 Principales barreras para el sector energético.

Parte de las medidas fundamentales que se requieren ejecutar para superar estas barreras están en proceso de elaboración como resultado de la implementación de las Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (Partido Comunista de Cuba, 2011).

Entre las medidas propuestas están: la formulación de un marco regulatorio enfocado en el fomento de las fuentes renovables de energía; la creación de condiciones en el campo económico financiero que estimulen la transferencia de tecnología y de financiamiento por empresas extranjeras, así como la participación activa del sector empresarial nacional en las inversiones de energía renovable; el incremento de la cultura en la población sobre la sostenibilidad del desarrollo, tanto en su enfoque global como local, destacando la contribución al mismo de la

sostenibilidad energética basada en la eficiencia energética y las energías renovables y de las medidas de mitigación y/o adaptación al cambio climático; el perfeccionamiento del proceso inversionista para acortar los plazos desde la formulación de las ideas conceptuales hasta la puesta en marcha de las inversiones; y el avance en el fortalecimiento institucional del sector tecnológico y de soporte técnico ingeniero para la asimilación de nuevas tecnologías y la sostenibilidad de su explotación.

5.2.3 Sector hídrico

El agua es un recurso que tiene un carácter estratégico, tanto cuando se habla de desarrollo sostenible como cuando se hace referencia al cambio climático y sus impactos actuales y proyectados para Cuba. Para determinar las prioridades del sector se tienen en cuenta los estudios realizados sobre el potencial hídrico; las características de las cuencas fluviales; las cantidades y particularidades de las obras construidas; la cantidad de agua aprovechable per cápita anualmente; el valor del Índice de Disponibilidad Específica de Agua y los usos predominantes del recurso por sectores; los posibles impactos asociados al cambio climático (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001) y a los fenómenos meteorológicos extremos (AMA-INSMET-GEF-PNUD 2013). Además, se observa, la política para los recursos hidráulicos expresada en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (Partido Comunista de Cuba, 2011).

Estas prioridades, en su vínculo con el desarrollo sostenible y el cambio climático, dirigidas a buscar mayores disponibilidades cuantitativas del recurso y a disminuir las incidencias en el deterioro de la calidad del agua, se muestran en la figura 5.4.

Posibles impactos	Prioridades
Disminución de la disponibilidad y calidad del recurso	<ul style="list-style-type: none"> •Aumentar y diversificar la disponibilidad del recurso; •Eleva la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas; •Ampliar la capacidad y forma de reutilizar las aguas residuales tratadas; •Diversificar, ampliar y elevar la eficiencia de las formas y la calidad para satisfacer las demandas locales y en particular de la población; •Renovar y elevar la eficiencia de los sistemas tecnológicos y de gestión de mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas y disminuir las pérdidas de agua en éstas.
Mayores conflictos por el uso (nuevos y más agudos)	
Incremento de zonas con carencias relativas del recurso	
Disminución de las condiciones sanitarias	
Incremento del cuadro epidemiológico general y específico	

Figura 5.4 Principales prioridades para el sector hídrico en correspondencia con los posibles impactos del cambio climático en Cuba.

La experiencia de transferencia de tecnologías en este sector, como parte del desarrollo socioeconómico del país, data de los años 60 y 70 del siglo pasado, cuando se iniciaron grandes obras hidrotécnicas y se establecieron redes de observación dirigidas al manejo del agua con una visión integral. Desde hace más de cuatro décadas se acometen exitosamente obras de mantenimiento y rehabilitación de acueductos, plantas potabilizadoras, redes y conductoras, sistemas de alcantarillado y drenaje y las de rehabilitación de presas y obras de trasvase. Recientemente, la instalación de cientos de grupos electrógenos para

disminuir vulnerabilidades en el bombeo de agua y elevar la sostenibilidad de su distribución ante situaciones extremas, son ejemplos de tecnologías asimiladas y difundidas en todo el país.

Las principales barreras identificadas y evaluadas para el sector hídrico se reflejan en la figura 5.5.

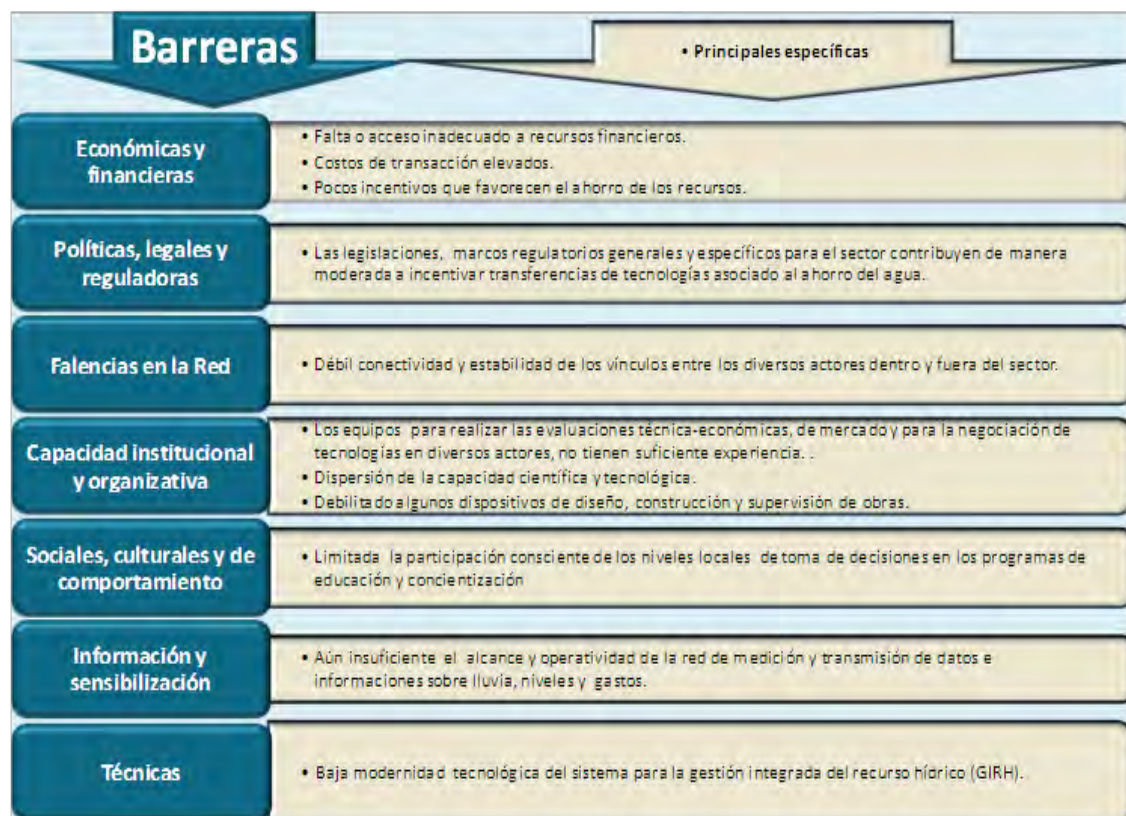


Figura 5.5 Principales barreras para el sector hídrico.

Ejemplo de medidas para superar estas barreras serían: fortalecer las capacidades profesionales y tecnológicas del sistema del INRH, que también contribuyan a mejorar los procesos de transferencia tecnológica; perfeccionar los instrumentos legales y de gobierno relativos al agua; elevar las responsabilidades de todos los actores en la protección de su calidad y uso eficiente; incrementar la integralidad en sus proyecciones mediante el planeamiento hidráulico; desarrollar incentivos económicos en función de su óptimo empleo en la sociedad y la economía; elevar la percepción de todos los actores para lograr su uso sostenible, lo que incluye aumentar la divulgación, educación y capacitación sobre el tema; y ampliar el desarrollo de la gestión integrada del agua en cuencas hidrográficas.

5.2.4 Sector forestal

Al evaluar este sector se pudo constatar que su estrategia productiva se enlaza con las prioridades para la mitigación y la adaptación (figura 5.6).

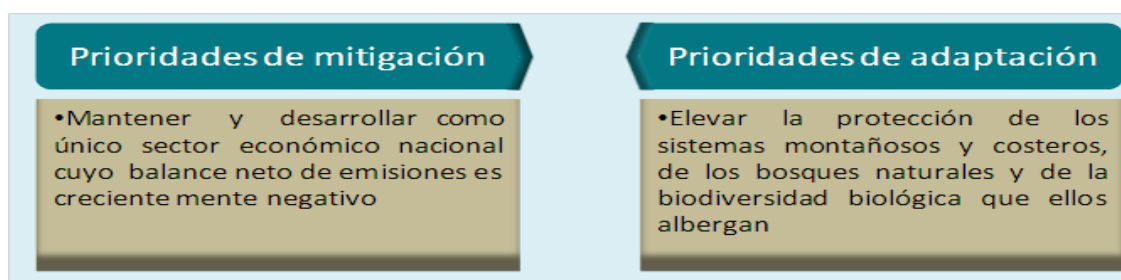


Figura 5.6 Prioridades para el sector forestal referido a la mitigación y adaptación al cambio climático.

El desarrollo del sector forestal aceleró y fortaleció los procesos de transferencia de tecnologías en la década del 60 al 70 del pasado siglo, con la asimilación de tecnologías para la cosecha, beneficio y almacenamiento; certificación de semillas forestales; producción de plántulas en vivero; preparación de sitio y de plantación; aserrado, secado, aprovechamiento, transporte y preservación de la madera; así como para el control de plagas forestales. Fue muy importante también la transferencia de toda la base metodológica para el desarrollo de la ordenación forestal del país. Paralelamente se crearon capacidades científicas y tecnológicas. Todos los procesos de transferencia de tecnología se caracterizaron por una fuerte colaboración internacional con países de diversas regiones del mundo y con apoyo de organizaciones y organismos internacionales.

El entorno en general es propicio para la transferencia de tecnología en este sector. Existe una Ley Forestal (República de Cuba, 1998) y un Programa de enfrentamiento al cambio climático en Cuba (CITMA, 2012) reconoce explícitamente la importancia de este sector. Las principales barreras concertadas en el grupo de trabajo se muestran en la figura 5.7.



Figura 5.7 Principales barreras para el sector forestal.

Se concluyó, tener en cuenta algunas de las siguientes acciones con el fin de remover las barreras antes expuestas: crear capacidades para incrementar la cultura tecnológica en los actores del sector; formar científicos y especialistas en las tecnologías nuevas y emergentes; reanalizar de forma ponderada el impacto del sector sobre el PIB y la seguridad alimentaria, bajo la óptica de que el bosque no sólo es productor de madera y combustible, sino que además genera servicios ambientales vitales para la sociedad y el país, que no son valorados en esta dirección; y optar por la obtención de financiamiento mediante proyectos de desarrollo, de mitigación y de adaptación, aprovechando adecuadamente las diversas alternativas internacionales existentes.

5.2.5 Sector agrícola

La estrategia nacional en cuanto a producción de alimentos da prioridad a los cultivos varios, con énfasis en el cultivo de la papa, el arroz y al desarrollo sostenible de la agricultura urbana y sub-urbana. Un factor importante que garantiza los rendimientos de esas producciones es el recurso hídrico. En el Lineamiento 202 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, se expresa “reorganizar las actividades de riego, drenaje y los servicios de maquinaria agrícola para lograr un uso racional del agua, la infraestructura hidráulica y los equipos agrícolas disponibles...”. Esto constituye asimismo, una respuesta a las proyecciones del cambio climático en Cuba. Las principales prioridades identificadas asociadas al riego y drenaje se muestran en la figura 5.8.

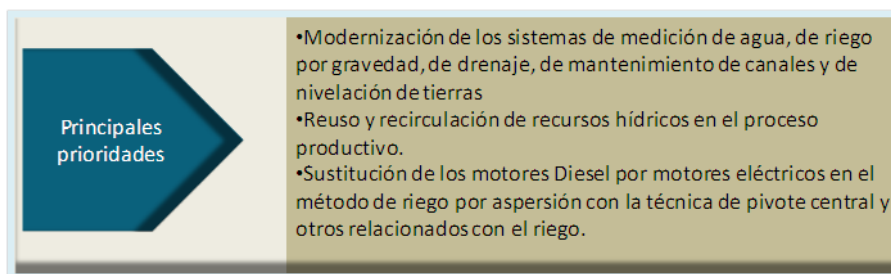


Figura 5.8 Prioridades para el sector agrícola (riego y drenaje) referidas a la mitigación y adaptación al cambio climático.

Al evaluar la capacidad para la transferencia de tecnología en el sector, se encontró que acciones precedentes demuestran que en sentido general existen conocimientos, competencias, instrumentos y determinados sistemas de información, lo que posibilitó la ejecución exitosa de procesos de transferencia de tecnología, tales como: la asimilación de un paquete tecnológico para 23 cultivos de interés para la seguridad alimentaria, donde el régimen de riego respondió a la mayor eficiencia en el uso del agua; el desarrollo nacional e implementación de una tecnología de automatización para los sistemas de riego localizado, la cual además de incorporar los resultados de la investigación- desarrollo propios, tomó lo más avanzado a nivel mundial y se creó una base industrial para estos fines; la asimilación por el sector productivo de la tecnología cubana de máquinas de riego por aspersión de pivote central con boquillas difusoras y bajantes, la cual facilitó la introducción del fertirriego en los pivotes, con ahorro del recurso y la introducción

de paquetes de manejo tecnológicos, resultado de las investigaciones en drenaje superficial parcelario, soterrado y agrícola, los que repercutieron en el aumento de los rendimientos de los cultivos, las ganancias y rentabilidad de las empresas, y contribuyeron a la recuperación de suelos salinos mediante lavado.

El entorno habilitante para realizar transferencias de tecnologías en el sector debe ser fortalecido, aun reconociendo la capacidad existente en cuanto a instituciones de ciencia e innovación, con personal preparado para hacer investigaciones, transformar y mejorar tecnologías existentes y desarrollar nuevas, orientado a un sector productivo que se ha venido preparando en temas de gestión ambiental y de calidad, y con necesidades de incorporar de forma urgente los nuevos desarrollos. Las principales barreras identificadas por el grupo de trabajo, se reflejan en la figura 5.9.



Figura 5.9 Principales barreras para el sector agrícola (riego y drenaje).

Como resultado de estos análisis, se propuso un grupo de medidas para remover las barreras, a continuación se exponen algunas de ellas: aumentar las acciones de información, capacitación y divulgación dirigidas a todos los actores de la cadena productiva y del sistema de extensionismo agrario; interconectar con mayor direccionalidad las instituciones científicas y de desarrollo tecnológico, las escuelas formadoras de especialistas y técnicos, y las universidades con los grupos empresariales y los actores bases del sector productivo, evaluando de forma conjunta diferentes alternativas y proyecciones en cuanto a la asimilación de nueva tecnologías, asesoramiento técnico o cualquier otro conocimiento bien estructurado; viabilizar el acceso a la información, dándole prioridad a esta acción y beneficiando a todos los actores que se involucran en el proceso e incorporar como

uno de los proyectos de desarrollo del sector; el rescate de la red de laboratorios y polígonos de prueba para evaluar las tecnologías adquiridas y/o generadas en Cuba; fortalecer las sinergias con organizaciones no gubernamentales como la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) y la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF); continuar con la reconstrucción y ampliación de la base industrial existente, haciendo énfasis en mejorar su operatividad; crear dispositivos institucionales para evaluar y desarrollar de forma integral los procesos de transferencia de tecnología, involucrando de manera directa a los productores para aumentar su comprensión y compromiso y establecer incentivos dirigidos a incorporar tecnologías basadas en el uso más racional de los recursos y a la aplicación de buenas prácticas de producción, con el control de su implementación.

5.2.6 Conclusiones

La aplicación de este marco metodológico en los sectores seleccionados permitió realizar un análisis de mayor integralidad y alcance. Se conformó una matriz (figura 5.10) donde se situaron por sectores los aspectos relevantes identificados para cada componente de la guía metodológica. El análisis de la coincidencia de estos aspectos relevantes en los diferentes sectores evaluados, posibilitó dar una visión general de la capacidad para la transferencia de tecnología en el país y contribuyó a: establecer posibles sinergias entre prioridades e interrelaciones entre sectores; reconocer regularidades en cuanto a tecnologías, actores, conocimientos y competencias; determinar la complementariedad de las diferentes opciones de tecnologías; definir características del entorno habilitante e identificar barreras comunes, lo que facilita a los que toman decisiones establecer prioridades para su eliminación (Garea, et. al. 2013).

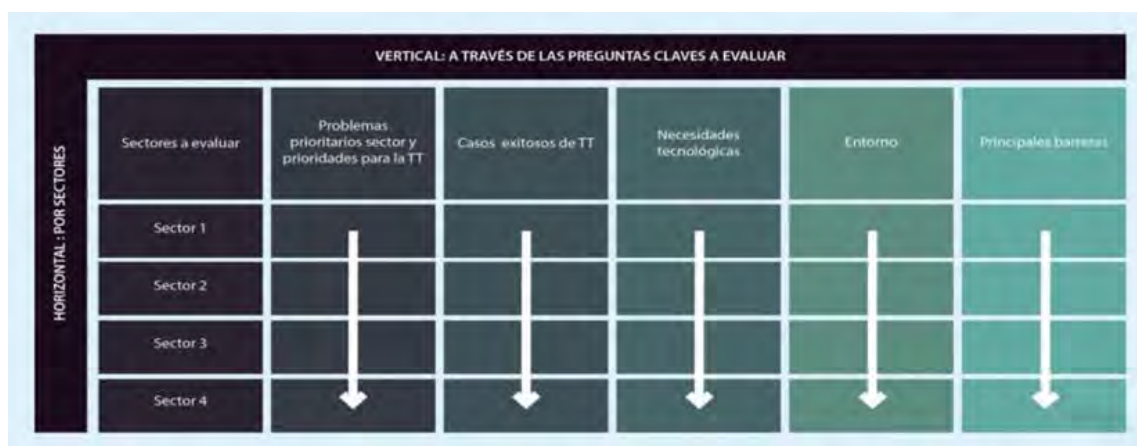


Figura 5.10 Interconexión de los análisis por preguntas claves y por sectores.

Algunas de las barreras comunes son:

- Limitado acceso a fuentes de financiamiento para nuevas inversiones y a suministradores de tecnologías y de piezas de repuesto.
- Elevados costos de transacción, en muchos casos como consecuencia de la complejidad del marco legal y normativo existente para los procesos de

transferencia de tecnología o a vacíos en éste.

- Pocos incentivos que favorecen el ahorro de los recursos y la implementación de la tecnología más adecuada.
- Irregularidades en la infraestructura de mercado, que restringe el acceso a la tecnología, pero que se agrava por la insuficiente sinergia e interconexión de los diversos actores que participan en la cadena de mercado.
- Debilitada la red de laboratorios e instalaciones para pruebas y certificación de tecnologías.
- Insuficiente flujo de información, que en algunos casos se agrava por la falta de acceso a la información disponible o por no utilizar adecuadamente la existente.
- Limitada sensibilización de los actores sobre temas relacionados con el cambio climático y los impactos positivos esperados por la implementación de la tecnología. En sentido general, existe una visión más a corto plazo que a largo plazo.

Muchas de estas barreras se hallan identificadas (Partido Comunista de Cuba, 2011) y se acometen acciones para minimizarlas o erradicarlas definitivamente. La sensibilización de los actores relevantes en los procesos de transferencia de tecnología es clave para lograr que éstos desempeñen el papel que les corresponde como vía real de enfrentar el cambio climático y avanzar de manera segura hacia el desarrollo sostenible en Cuba.

Finalmente, se debe destacar que la principal barrera para la transferencia de tecnología lo constituye el bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos contra Cuba que obstaculiza e impide el acceso a las fuentes internacionales de financiamiento y a las tecnologías de avanzada.

5.3 Observación sistemática e investigación

Cuba cuenta con un conjunto de fortalezas, como parte de su capacidad de enfrentamiento al cambio climático, entre las que se destacan los sistemas de alerta temprana y de observación del clima, el uso del potencial de la ciencia y la tecnología y las acciones de educación para lograr la mejor comprensión y sensibilización de la población. En esta sección se actualiza la situación de los sistemas de observación del clima en la República de Cuba desde la Primera Comunicación Nacional a la CMNUCC. Además, se incluye información referente a la participación en los sistemas de observación regionales y mundiales y la contribución a ellos.

La sección también brinda información general sobre los principales programas de investigación desarrollados en el país, cuyos resultados contribuyen al mejor entendimiento del cambio climático, sus impactos y mitigación. Las investigaciones específicas sobre medidas para mitigar el cambio climático y para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático, la obtención de factores de emisión y de datos de actividad correspondiente a los inventarios de GEI, aparecen en los capítulos correspondientes de esta comunicación nacional.

5.3.1 Observación sistemática

Observaciones meteorológicas

El Instituto de Meteorología (INSMET), perteneciente a la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, es el instituto nacional especializado del Estado cubano cuya misión principal consiste en suministrar información meteorológica y climática autorizada, confiable y oportuna sobre el estado y comportamiento futuro de la atmósfera. Esta información está dirigida a velar por la seguridad de la vida humana y a reducir las pérdidas de bienes materiales ante desastres naturales de origen meteorológico, contribuyendo directamente al bienestar de la comunidad y al desarrollo socioeconómico sostenible. Opera el Servicio de la Vigilancia Meteorológica Nacional, integrado por el Sistema Nacional de Observaciones (SNO), el Sistema Nacional de Telecomunicaciones y el Sistema Nacional de Predicción Meteorológica. El SNO, cuya finalidad es el monitoreo sistemático de las variables meteorológicas en el territorio cubano, comprende 68 estaciones meteorológicas de superficie con régimen de trabajo sin interrupción las 24 horas del día, durante todo el año (Figura 5.11). A esta red se adiciona la operada por el Instituto de Aeronáutica Civil de Cuba (IACC), integrada por estaciones meteorológicas ubicadas en los aeropuertos del país. El INSMET también realiza la vigilancia meteorológica por radar, con ocho equipos que cubren todo el territorio nacional (Figura 5.12).

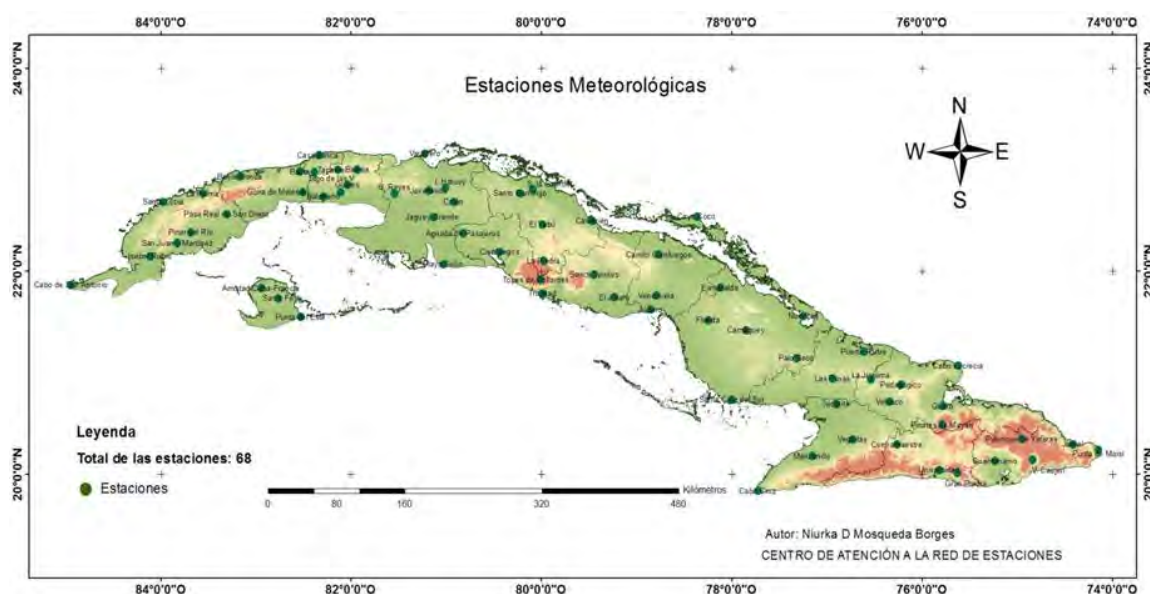


Figura 5.11 Red de estaciones meteorológicas del INSMET.

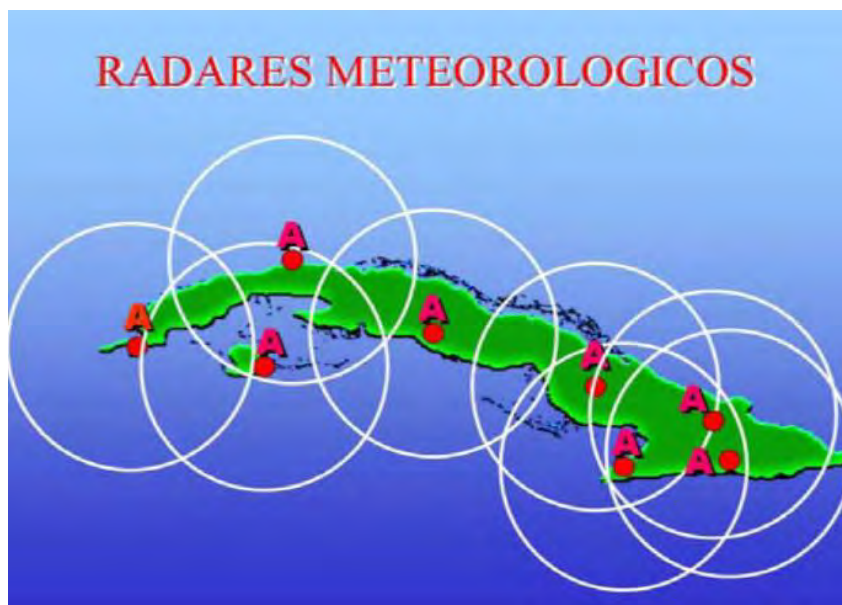


Figura 5.12 Red de radares meteorológicos del INSMET.

Con el objetivo de evaluar el recurso eólico del país, se encuentra en operación una Red de Torres Meteorológicas de Referencia (Figura 5.13), integrada por un total de 11 torres, la cual tiene la función principal de monitorear el viento hasta a alturas de 100 m en diferentes condiciones físico-geográficas del país. En cada una de las torres se miden las siguientes variables: rapidez (FF) y dirección del viento (DD), temperatura (T), humedad (H) y presión (P). Las mediciones se realizan a 10 m., 30 m., 50 m., 60 m., 75 m. y 100 m. de altura.



Figura 5.13 Red de torres meteorológicas de referencia.

Durante los últimos años, la red de observaciones del INSMET ha estado sometida a un proceso de mejoramiento, con la instalación de varias estaciones automáticas, para lo cual se ha contado con la cooperación de la República Popular China. El

Gobierno ha realizado un fuerte proceso inversionista para mejorar las instalaciones donde se encuentran ubicadas las estaciones y dotarlas de los medios técnicos correspondientes. La red de radares también se ha automatizado con recursos propios y el talento de ingenieros y otro personal técnico cubano.

Observación hidrológica

La observación o monitoreo del ciclo hidrológico se materializa a través de las redes hidrológicas, en cuyos puntos de observación se recopilan los datos e informaciones necesarios para evaluar y caracterizar las distintas etapas de dicho ciclo. Para la cuantificación del recurso agua, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) cuenta con tres tipos de redes hidrológicas superficiales: pluviométrica, con 2 050 estaciones de relativo bajo costo de instalación y operación; climática, con 13 estaciones; e hidrométrica con 38 estaciones. Además, se cuenta con 1 683 pozos de observación del agua subterránea. El INRH también opera la red de calidad de las aguas (REDCAL); su monitoreo abarca las aguas superficiales, entre las que se incluyen la mayoría de los embalses, y las aguas subterráneas, en un total de 2 315 estaciones, clasificadas en básicas (60%) y de vigilancia (40%).

Mediante el Proyecto “Fortalecimiento de capacidades locales para la alerta temprana en tiempo real, prevención y monitoreo hidrológico en las zonas afectadas por la tormenta tropical Noel”, implementado por el PNUD, varias estaciones automáticas se encuentran en proceso de instalación y en fase de puesta a punto. Ello es parte de la estrategia del INRH, que contempla garantizar la alerta temprana a las poblaciones y objetivos socioeconómicos de las cuencas, en casos de lluvias y avenidas extraordinarias, así como disponer en tiempo real, y en forma digital, de datos hidrológicos observados con sensores y de información hidrológica resultante del procesamiento y/o modelación digital de dichos datos.

La Red Informativa de niveles del agua subterránea representa el 18% de la red total nacional. Es la más importante dentro de las redes hidrogeológicas y se distribuye en las principales cuencas, zonas y tramos hidrogeológicos de la nación, permitiendo evaluar y alertar a las autoridades sobre el estado de las mismas. Consta en la actualidad de 441 pozos de observación de niveles estáticos de ellos: 110 limnógrafos y 331 pozos de sondeo manual. En el sistema de vigilancia intervienen los 242 embalses con capacidad de almacenamiento superior a los 3 hm³, existentes en el país, bajo administración del INRH. Con independencia de sus usos, en cada uno de ellos se realiza la observación rigurosa de diferentes parámetros (nivel, volumen, entrega, vertimiento, etc.) diariamente a las 8:00 horas.

Bajo el auspicio del proyecto “Sistema de observación del ciclo hidrológico en el Caribe” (Caribe-HYCOS), se han obtenido seis módulos de medición-registro-transmisión automática, así como herramientas digitales de recepción y procesamiento correspondientes para instalar en el río Zaza. Un séptimo módulo será instalado en el polígono del Centro de Capacitación en Hidrometría “Estación Climática Hanábana”, en la occidental provincia de Matanzas. A través de Caribe-HYCOS también se han obtenido herramientas digitales y medios de cómputo, hoy en fase de puesta a punto.

Observación de la contaminación atmosférica

La vigilancia de la contaminación atmosférica abarca el control de los niveles regional y global de la composición de la atmósfera, de acuerdo a los programas y criterios de la Red Mundial de Monitoreo del Fondo de la Contaminación Atmosférica (BAPMoN, siglas en inglés) de la OMM. También considera el control de los principales gases trazas (compuestos de nitrógeno, azufre y carbono) que influyen sobre la salud, los ecosistemas terrestres y acuáticos e indirectamente en el clima. El INSMET opera una red integrada por cinco estaciones principales que realizan mediciones de gases, partículas y la composición química de la lluvia, y seis estaciones secundarias, que solamente muestrean esta última variable. El Ministerio de Salud Pública ejecuta además el control de la composición de la atmósfera, en el nivel de impacto, especialmente en los asentamientos poblacionales influidos por emisiones de fuentes de contaminantes del aire, tomando como base el programa conjunto OMS-OMM en este sector.

Observación del contenido total de ozono y del espesor óptico de los aerosoles

Desde 1982, el INSMET cuenta con un observatorio para la medición del contenido total de ozono, empleando ozonómetros de filtro M-83 y M-124. A partir del año 2003 las mediciones del contenido total de ozono comenzaron a realizarse con un espectrofotómetro Dobson y desde 2004, está en funcionamiento un fotómetro solar CIMEL para la determinación del espesor óptico, entre otras características de los aerosoles.

Observación del nivel del mar

Las primeras observaciones de marea se realizaron en Cuba entre los años 1947 y 1956 por el Servicio Geodésico Interamericano (IAGS) de Estados Unidos. A finales de 1965 se instaló en la costa Norte un mareógrafo en la playa Viriato, del municipio de Playa, en La Habana, en el área ocupada por el Instituto de Oceanología (IDO) del CITMA. Dicha estación se denominó Siboney. La Red Mareográfica Nacional alcanza en la actualidad 19 estaciones y es operada por el Grupo Empresarial GEOCUBA (Figura 5.14). En todas estas estaciones se mide con mareógrafos analógicos, cuyo principio de funcionamiento para el registro de nivel del mar está basado en el sistema flotador y contrapeso, con mecanismo de relojería mecánica o digital. Los datos se procesan de acuerdo con las normas internacionales establecidas por los manuales y guías más actualizados de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI). Desde el año 1974 se publican de manera ininterrumpida las “Tablas de Marea de las Costas de Cuba”.

Se trabaja en el perfeccionamiento de esta red para la transmisión en tiempo real, su ampliación a otras localidades del sur del país y en la creación de capacidades para recibir y enviar las alertas a los centros nacionales que se establezcan en otros países de la región. El máximo de los esfuerzos está dirigido a la creación de las capacidades necesarias de preparación del personal para asumir las nuevas tecnologías, de acuerdo a los estándares internacionales.

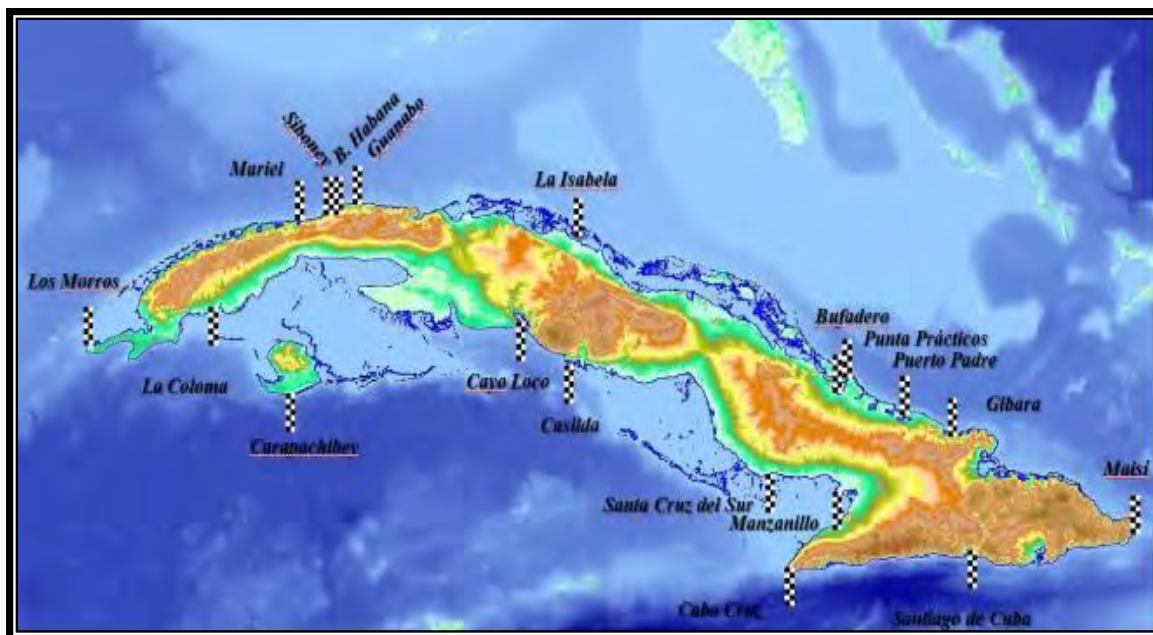


Figura 5.14 Red Mareográfica Nacional.

Centros y bases de datos

El INSMET administra la base de datos meteorológicos del país, incluyendo en su patrimonio las observaciones meteorológicas realizadas por el Observatorio del Colegio de Belén desde mediados del siglo XIX. En esta institución existe un archivo de mapas meteorológicos originales, que data del año 1916. La conservación de esta valiosa información ha posibilitado la realización de importantes investigaciones sobre el comportamiento del clima y su variabilidad en Cuba. En 2004 se inició un proyecto para el rescate de los datos climáticos, en su ejecución se digitalizaron alrededor de 6 millones 500 mil observaciones meteorológicas trihorarias. También se creó un Sistema de Administración de Datos Climáticos (CDMS), siguiendo las recomendaciones de la OMM y con tratamiento exhaustivo de metadatos, que incorpora a Cuba al grupo de naciones que han desarrollado herramientas de este tipo, elevando considerablemente el valor y la calidad de la información climatológica nacional. Una muestra de ello lo constituye el resumen de datos trihorarios de temperatura y humedad relativa, correspondientes al período 1981 – 2010, elaborado dentro de este proyecto.

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos es la entidad que administra toda la información pluviométrica de Cuba. Los más de 41 millones de registros (en formato digital) generados por las observaciones de las redes hidrológicas desde 1892, se almacenan y procesan por los sistemas de información del Servicio Hidrológico. La información resultante de la observación periódica del ciclo hidrológico y en especial, de los eventos hidrológicos-meteorológicos extremos, es la base de los principales productos informativos ya establecidos del INRH. Los partes diarios de lluvia y de embalses hacen llegar información correspondiente al día que concluye, hasta las más altas instancias del Gobierno y el Estado cubanos, manteniendo actualizados a sus dirigentes durante los 365 días del año. Tiene un carácter informativo y los usuarios a los que va dirigida no tomarán decisiones

basados en ellos, sino que deben utilizarse para el control del funcionamiento de las diferentes ramas socioeconómicas del país. El día 10 de cada mes se edita un documento de carácter público, el Boletín Hidrológico, que consta de análisis especializados sobre el comportamiento de los recursos hídricos e hidráulicos del país, realizados tras el procesamiento de los datos necesarios para ello, procedentes de las redes de observación. Ofrece toda la información necesaria como soporte para llegar a conclusiones y tomar las decisiones oportunas para el manejo de los recursos a mediano plazo, principalmente en el transcurso del período menos lluvioso del año y, en especial, durante los eventos de sequía. Se distribuye en formato digital vía correo electrónico a los principales usuarios y se pone a disposición del público general a través del sitio web www.hidro.cu.

La Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) brinda información pública sobre el estado de la calidad del aire en el país, a partir de datos aportados por la red de estaciones de medición de la contaminación atmosférica del INSMET, en dióxido de azufre (SO₂), NO_x y la composición química de la lluvia.

Gracias a las series de la altura horaria del nivel del mar ha sido posible obtener una caracterización del espectro completo de sus variaciones a escala sinóptica en todo el archipiélago, y la relación de las mismas con las variaciones de la presión atmosférica y el viento, por bandas de frecuencias, mediante el análisis espectral; el monitoreo de la tasa de ascenso del nivel medio del mar desde 1988 hasta la fecha y la proyección del mismo hasta fines de siglo; los períodos de retorno de los valores extremos del nivel del mar; y la caracterización de las condiciones del estado del tiempo que los originaron; la caracterización de las anomalías mensuales y la determinación de los eventos de la variabilidad del clima que las produjeron; y la representación de los planos de inundación permanente, temporal y de la fase intermareal sobre el modelo digital del terreno.

Contribución a los sistemas internacionales de observación

La República de Cuba, por medio de sus redes de observaciones hidrometeorológicas, contribuye a los principales sistemas de recopilación de datos de la OMM, como son la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) y la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG). Cuatro estaciones meteorológicas del Sistema de Observación del INSMET tributan información al Sistema Mundial de Observaciones Climáticas (GCOS en inglés). Ellas son: Cabo de San Antonio en la provincia de Pinar del Río, Casa Blanca en La Habana, Camagüey en la provincia del mismo nombre, y Punta de Maisí en Guantánamo. Estas estaciones envían mensualmente el mensaje CLIMAT al centro regional en Washington. El contenido de este mensaje puede ser visto en la página web <http://www.ogimet.com/>

De las cinco estaciones principales del INSMET que realizan mediciones de gases, partículas y la composición química de la lluvia, la estación de La Palma, en la provincia de Pinar del Río, región occidental de Cuba, forma parte de la red de estaciones de medición de la contaminación atmosférica del programa VAG, la que reporta datos de concentraciones de NO₂. Las mediciones del contenido total de ozono se comunican diariamente al Centro Mundial de Datos de Ozono, para dar servicio a la elaboración de los mapas mundiales con la distribución de esa variable que brinda el sistema <http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/e/ozone> de Canadá.

De igual forma se envían los resúmenes mensuales de estas mediciones al Centro Mundial de Datos de Ozono y Radiación Solar Ultravioleta de la OMM (WOUDC por sus siglas en inglés), dentro del sistema de la Vigilancia de la Atmósfera Global de la OMM (http://www.woudc.org/index_e.html).

La red mareográfica tributa las series mensuales y anuales de las observaciones realizadas del nivel medio del mar, al Sistema de Observación Global del Nivel del Mar (GLOSS en inglés), del Sistema Global de Observación de los Océanos (GOOS por sus siglas en inglés).

Cuba participa en el proyecto “Sistema de Observación del Ciclo Hidrológico en el Caribe” (Caribe-HYCOS), componente regional correspondiente a los países insulares caribeños del Sistema Mundial de Observación del Ciclo Hidrológico (WYCOS).

Sistemas de alerta temprana

La vulnerabilidad al cambio climático se reduce en la medida en que aumenta la capacidad de adaptación. Entre las fortalezas con que cuenta Cuba como parte de su capacidad de adaptación está la de disponer de sistemas de alerta temprana plenamente operativos; herramientas imprescindibles cuando se deben tomar las decisiones más adecuadas ante situaciones creadas por la variabilidad del tiempo, el clima y el cambio climático, en particular por fenómenos extremos como ciclones tropicales, intensas lluvias o sequías severas. Los propios sistemas de alerta temprana constituyen medidas de adaptación preventiva. El modelo de gestión y prevención de riesgos de Cuba es reconocido como líder a nivel regional y uno de los mejores del mundo. El sistema de Defensa Civil existe en todo el país y está organizado a todos los niveles, teniendo en cuenta la división político-administrativa y la estructura correspondiente del Estado, y se apoya en el uso de todos los recursos humanos y materiales que pertenecen al Estado, las organizaciones económicas y sociales.

Alerta temprana, avisos e informaciones sobre la amenaza o la afectación de un fenómeno meteorológico peligroso.

El Sistema Nacional de Pronósticos (SNP) es el órgano especializado del INSMET a nivel nacional, encargado de elaborar los documentos oficiales de la Alerta Temprana, los Avisos e informaciones sobre la amenaza o la afectación de un fenómeno meteorológico peligroso que pueda ocurrir en las islas y aguas jurisdiccionales de la República de Cuba. La *Alerta Temprana* se emite en caso de existir probabilidad de cualquier evento meteorológico extremo en el territorio nacional en el período de las próximas 48 a 120 horas. Su uso es interno en el SNP y para el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil e intereses de Gobierno a nivel nacional. El *Aviso de Ciclón Tropical* es un documento informativo sobre la existencia, características y pronósticos de los ciclones tropicales, que emite el Centro nacional de Pronósticos. Se producen cada 24, 12, 6 y 3 horas, en dependencia de la ubicación del organismo respecto a Cuba, y el tiempo en que éste pudiera convertirse en un peligro para el país. Un *Aviso Especial* se emite en caso de probabilidad de que un fenómeno meteorológico peligroso diferente de un ciclón tropical afecte a alguna zona del territorio nacional en el plazo de 24-48

horas (vientos fuertes, lluvias intensas, inundaciones costeras, línea de tormentas - *squall line*, tormenta local severa (TLS), frente frío fuerte o marejadas).

Alerta temprana y prevención hidrológica

En la actualidad, el INRH ha comenzado la implementación de Sistemas de Prevención Hidrológica en cuencas altamente vulnerables a los embates de eventos extremos, y con elevado potencial de ocurrencia de inundaciones que comprometen a la población e importantes recursos materiales. La alerta temprana y prevención hidrológica en Cuba tiene como principales objetivos: garantizar la seguridad de los embalses y objetos hidráulicos en situaciones excepcionales; garantizar la alerta a las poblaciones y objetivos socioeconómicos de las cuencas en casos de lluvias y avenidas extraordinarias; informar sobre el comportamiento y tendencia de las crecidas para la adopción de las medidas necesarias; y el conocimiento de parámetros que constituyan indicadores de alerta por contaminación en los ríos, tanto principales como tributarios a estos. Para ello se cuenta solamente, pero de forma efectiva, con una estructura no automatizada de observación y transmisión como base informativa para la prevención y evaluación de eventos extremos (huracanes y lluvias intensas), lo cual requiere de la presencia física de personal calificado en los puntos de monitoreo. Este mecanismo entra en total funcionamiento (aunque no exclusivamente) al ser decretada la fase informativa por parte del Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil y se mantiene en acción hasta que se declare la fase recuperativa y se detecte el cese del peligro asociado a las intensas lluvias y las resultantes inundaciones, ya sean potenciales o reales. Toda la información pública se coloca en www.insmet.cu.

Alerta Temprana de la Sequía

En el contexto de la Vigilancia del Clima del Centro del Clima del INSMET se ha establecido la vigilancia, diagnóstico, alerta temprana y pronóstico de la sequía en Cuba. Calcula simultáneamente los principales índices de lluvia y sequía recomendados internacionalmente, para un período de tiempo determinado (1 a n meses), ya sea para una rejilla o malla, localidad o área deseada, de interés geográfico o administrativo. También determina fiablemente el inicio, evolución, cese, duración e intensidad de cualquier evento de sequía, tanto operativa como históricamente, en las escalas espaciales y temporales requeridas, garantizando el rápido y fácil empleo de los resultados para fines operacionales o de investigación. Se proporciona índices y productos a cuanto sitio del país lo necesite (regiones, provincias o municipios), posibilitando su manejo sobre bases proactivas e incluyentes del conocimiento del grado de peligro existente; Se fortalece el conocimiento y manejo de la sequía in situ, generando una capacidad efectiva para confeccionar variados productos (mapas, diagramas, gráficos y estadísticas) que revelen claramente las características de la misma, desde el punto de vista meteorológico; y se facilita el análisis integrado a otros tipos de sequía, potenciando la habilidad local de enfrentamiento del riesgo. La vigilancia, diagnóstico, alerta temprana y pronóstico de la sequía en Cuba reúne en una sola herramienta de software los datos a utilizar, el procesamiento de los mismos y la gestión de los resultados mediante una opción cliente - servidor. Dos publicaciones se emiten mensualmente sobre la sequía; la primera, en el contexto del Boletín de

la Vigilancia del Clima; y la segunda, constituye un Suplemento Nacional de la Sequía, de acceso público, que se coloca en la página web del INSMET: www.insmet.cu.

Alerta Temprana de la Sequía Agrícola

El INSMET ha desarrollado y tiene en operación la vigilancia, el pronóstico y la alerta temprana de la sequía agrícola en la República de Cuba, concebido para funcionar en diferentes escalas temporales y espaciales. El contenido de las alertas tempranas sobre la sequía agrícola incluye: tendencias climáticas más importantes y el comportamiento previsto de los eventos forzantes de la variabilidad climática en Cuba; las condiciones agrometeorológicas formadas en cuanto a estado de vegetación de las plantas (bosques, cultivos agrícolas y pastizales) bajo agricultura sostenible o de secano, sequía agrícola y peligro de incendios en la vegetación; el efecto de las condiciones agrometeorológicas formadas sobre cultivos agrícolas, pastizales, bosques y el ganado; las condiciones agrometeorológicas esperadas en cuanto a estado de vegetación de las plantas (bosques, cultivos agrícolas y pastizales), incluyendo la recomendación de siembras bajo agricultura sostenible o de secano; sequía agrícola y peligro de incendios en la vegetación; el efecto de las condiciones climáticas esperadas sobre el sector forestal, agrícola, y ganadero; y, recomendaciones. Estas alertas tempranas se colocan en la página web del INSMET de acceso público: www.insmet.cu

Vigilancia de la sequía hidrológica

El INRH realiza una observación sistemática objetiva de la sequía basada en el análisis de varios índices e instrumentos de control, que describen el comportamiento de indicadores físicos, de suministro y demanda de agua, de producción, etc., entre los que se insertan el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI por sus siglas en idioma inglés) y el Porcentaje de la Precipitación Normal; el porcentaje de llenado de embalses y la situación del llenado según el Gráfico de Despacho; la cobertura de agua potable de los embalses de abasto a la población; la situación de las aguas subterráneas según el Gráfico de Control de Balance; entre otros. Una vez procesados y analizados los datos observados, el INRH suministra la información exacta, confiable, oportuna e integrada de condiciones de sequía a escala municipal, provincial y nacional, a través de sus principales servicios informativos y de informes especiales, para facilitar las decisiones pro-activas que minimicen las pérdidas económicas, sociales y del ecosistema asociadas con el fenómeno. Están establecidas dos frecuencias básicas de captación de datos y de emisión de informaciones: diaria y mensual. En dependencia de la magnitud, extensión y persistencia del episodio de sequía, se emplean otras frecuencias como la semanal y la quincenal, para aquellos indicadores de menor variabilidad temporal como es el caso de los niveles del agua subterránea. Luego de la recepción de los datos se ejecuta el almacenamiento y procesamiento automático de los datos para la identificación y evaluación de condiciones de sequía, mediante el empleo de los índices e instrumentos de control y de herramientas informáticas. A nivel nacional la información se hace llegar a través de los Partes Diarios de Lluvia y de Embalses y del Boletín Hidrológico, (mencionados antes).

5.3.2 Investigación

El Artículo 39 de la Constitución de la República establece que “el Estado estimula y viabiliza la investigación y prioriza la dirigida a resolver los problemas que atañen al interés de la sociedad y al beneficio del pueblo”.

La realización de las investigaciones científicas en el país sobre un fenómeno global como el cambio climático ha constituido un proceso continuo, haciendo uso de toda la experiencia acumulada, de las nuevas evidencias científicas y de mejores herramientas de análisis y evaluación; lo que ha sido posible gracias a la sensibilidad y la voluntad política de las autoridades nacionales. Particular atención ha recibido la evaluación de los impactos potenciales del cambio climático y la identificación de las posibles opciones y medidas de adaptación. Varios son los programas nacionales y ramales o de interés provincial, pertenecientes al sistema nacional de programas y proyectos que han abordado el tema del cambio climático. A continuación se relacionan algunos de dichos programas.

Programa nacional “Los Cambios Globales y la Evolución del medio ambiente cubano

Desde el año 1996 hasta el 2010, se ejecutó el Programa Nacional Científico-Técnico titulado “Los Cambios Globales y la Evolución del Medio Ambiente Cubano”, con el objetivo de *conocer los cambios, que están ocurriendo en las interrelaciones básicas geosfera - biosfera, en las interconexiones atmósfera – tierra – océano, en el funcionamiento de los ecosistemas y en la influencia recíproca naturaleza - sociedad, que se llevan a cabo como resultado de las transformaciones a nivel global, regional y local de los sistemas ambientales. Su propósito fue ofrecer alternativas para la toma de decisiones científicamente fundamentadas, ante las necesidades del desarrollo socio – económico y reducir las consecuencias negativas de los impactos sobre el medio ambiente, así como vincular las investigaciones en estos campos, a los esfuerzos internacionales, y a los compromisos contraídos por Cuba.* Se terminaron un total de 70 proyectos de investigación desarrollados por unas 30 instituciones científicas, docentes y productivas del país. Varios de los proyectos terminados estuvieron dedicados al cambio climático, contribuyendo al contenido tanto de la Primera como de la Segunda Comunicaciones Nacionales.

Programa ramal “Análisis y Pronóstico del Tiempo y del Clima Terrestre y Espacial”

La componente nacional básica de la Segunda Comunicación Nacional se desarrolló bajo un proyecto ejecutado en el marco de este programa, que tuvo el objetivo principal de *“garantizar, en condiciones normales y de emergencia, el avance del pensamiento científico y la introducción en el país de equipos, técnicas y procedimientos que permitan el desarrollo y el funcionamiento eficiente y sostenible de los sistemas nacionales de observaciones y predicciones meteorológicas, hidrometeorológicas, climáticas y astronómicas, sobre la base del mejor conocimiento de la estructura y dinámica de la atmósfera y del espacio*

cósmico”. Bajo su amparo se desarrollaron también varios proyectos que hicieron importantes contribuciones al contenido de la SCN.

Programa ramal “Conservación de los recursos naturales y gestión ambiental”

En este programa ramal del Ministerio de la Agricultura se ejecutaron dos proyectos dedicados a la actividad forestal y el cambio climático, como contribución a la preparación de la Segunda Comunicación Nacional. El programa también incluyó un proyecto sobre la retención de carbono por el sector de la fruticultura y otro de sanidad vegetal sobre la evolución futura de las plagas con el cambio climático.

Investigaciones organizadas en la Red de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior

El Ministerio de Educación Superior (MES), como organismo rector de las Universidades cubanas, ha dirigido su trabajo vinculado con el medio ambiente en varias direcciones, siendo una de las principales la relacionada con la investigación científica en búsqueda de alternativas viables para la mitigación y la adaptación, como fundamento del desarrollo sostenible cubano. Las investigaciones principales han estado orientadas a buscar soluciones e impacto en el área del tratamiento de los residuales, donde se desarrollan el 27 %; la educación ambiental, con el 33%; en la gestión ambiental, el 19%; el impacto ambiental, en un 15%; y las producciones más limpias, en un 6%. Estas investigaciones están organizadas en la Red de Medio Ambiente del MES, donde participan todos los Centros de Educación Superior (CES) y Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica (ECIT) encargados de atender los aspectos vinculados con el medio ambiente. Entre sus tareas de investigación, la Red se encarga del enfrentamiento a los impactos del cambio climático, en todas las esferas de la sociedad, además de desarrollar una cultura ambiental para el enfrentamiento del cambio climático y el desarrollo sostenible, tanto al interior de las universidades como en las comunidades, con un enfoque integral del enfrentamiento al reto del cambio climático.

Con el objetivo de implementar una estrategia de sensibilización de los actores locales, para contribuir a la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero y de la vulnerabilidad en general a los efectos del cambio climático en el sector agropecuario cubano, se está desarrollando el “Proyecto de sensibilización para actores participantes en la producción alimentaria y la incidencia del cambio climático”. Otro de los proyectos de investigación científica en ejecución es el titulado “Rehabilitación ambiental y paisajística del sector medio de la cuenca del Río Guamá, Pinar del Río, Cuba”, cuyos resultados tributan a la futura restauración ecológica de las márgenes degradadas de los cuerpos de agua, mediante la construcción de un sistema de estabilidad ecológica del paisaje, con el empleo de una metodología de re-vegetación, a partir del reconocimiento de las especies vegetales autóctonas propias en particular de tales frágiles ecosistemas.

Se trabaja en el Proyecto de Programa para el manejo integrado de la zona costera de la región suroriental de Cuba, donde participan universidades, centros de ciencia del CITMA, el Instituto de Planificación Física, la ONG Cubasolar y el grupo empresarial GEOCUBA. Este programa centrará su atención en minimizar los

problemas asociados a la desertificación y sequía; la vulnerabilidad frente a variables meteorológicas extremas; la pérdida de la diversidad biológica; la energización en comunidades costeras; la seguridad alimentaria; y la contaminación ambiental terrestre y marina.

Nuevo programa de ciencia, tecnología e innovación de interés nacional

Con la finalidad de continuar de manera sostenible la investigación científica sobre el cambio climático, ha comenzado su ejecución un programa de ciencia e innovación de interés nacional titulado “Cambio climático en Cuba: impactos, mitigación y adaptación”. Su objetivo general es el de estimar escenarios climáticos y medioambientales futuros, con el propósito de ofrecer alternativas científicamente fundamentadas para la adopción oportuna de medidas de mitigación y adaptación, que de la forma más económica, objetiva y eficiente posible, reduzcan los impactos adversos del cambio climático sobre el medio ambiente, los ecosistemas, los recursos naturales, los sectores económicos priorizados y el bienestar humano; propiciando el establecimiento de políticas apropiadas para garantizar el desarrollo sostenible, así como respaldar los esfuerzos internacionales y los compromisos contraídos por Cuba en esta temática. Los temas generales de este programa son:

- Causas, variabilidad, tendencias, cambios y estimación de escenarios futuros.
- Evaluación de impactos de los cambios medioambientales en el bienestar humano y en la sociedad cubana.
- Elaboración de propuestas de medidas de respuesta.
- Observación del medio ambiente e informatización de la gestión del conocimiento.

En el campo científico, se realizan eventos nacionales e internacionales que han contribuido al intercambio científico y han repercutido en la política ambiental nacional. La Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que desde 1997 convoca el CITMA, constituye un ámbito de reflexión, diálogo y aprendizaje colectivo, sobre medio ambiente y desarrollo sostenible, que ha contribuido no solo al intercambio de experiencias, sino también al fortalecimiento de la colaboración internacional con países de la región. En este marco se realizan los congresos sobre cambio climático, que cuentan con una buena acogida nacional e internacional.

El Ministerio de Educación Superior (MES) y las universidades cubanas convocan cada dos años el Congreso Internacional de Educación Superior (“Universidad”), reconocido como un ámbito académico que apunta al diálogo reflexivo, profundo y abierto entre actores de la educación superior y la sociedad en la que se encuentran insertados, en función de evaluar las mejores soluciones a los acuciantes problemas presentes en la realidad de nuestros países. En este Congreso los temas de energía, medio ambiente y desarrollo tiene un escenario para el debate en el marco de las universidades, donde el cambio climático está presente; así como de otros temas relacionados con el cambio climático, como son los desastres naturales y la seguridad y soberanía alimentarias.

Organizado por el Centro de Contaminación y Química Atmosférica y el Centro del Clima, ambos pertenecientes al INSMET, y la Sociedad Meteorológica de Cuba (SOMETCUBA), se realiza anualmente el Seminario Taller sobre Contaminación Atmosférica (CONTAT) en saludo al Día Mundial del Medio Ambiente, dedicado al intercambio de conocimientos y experiencias en los temas de contaminación atmosférica, cambio climático, química atmosférica y fuentes renovables de energías. Cuenta con la participación de más de 80 especialistas y expertos procedentes de diferentes ministerios, instituciones y universidades. Este evento ha recibido apoyo temático y logístico del proyecto para la preparación de la Segunda Comunicación Nacional, constituyendo una plataforma para la divulgación de sus resultados.

Mención aparte dentro de la presente comunicación nacional merece la contribución de expertos cubanos como autores y revisores de las evaluaciones que periódicamente realiza el Panel de Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, siglas en inglés).

5.4 Educación y sensibilización pública

Como consecuencia de los esfuerzos realizados por Cuba para implementar el Programa de Trabajo de Nueva Delhi enmendado para la aplicación del artículo 6 de la Decisión 9/CP.13 de la CMNUCC (CNMUCC, 2007), dirigido a la educación y la sensibilización del público sobre el cambio climático, se reportan avances por este concepto desde la PCN. Ellos han estado favorecidos, en primer lugar, por las políticas y proyectos estatales en marcha y por el aumento de la información y el conocimiento, como resultado de una mayor y sistemática presencia de los temas relativos al medio ambiente en general, y los relacionados con el cambio climático en particular, en los medios de prensa nacionales y locales. Desde entonces se han implementado acciones de gran relevancia a las que han tenido acceso amplios sectores de la población. La vulnerabilidad ante los efectos posibles y esperados del cambio climático, ha sido uno de los tópicos que ha suscitado un interés creciente de todos los estratos de la sociedad. El Estado cubano realiza grandes esfuerzos para que la población adquiera una adecuada dimensión del riesgo a la que está expuesta con el cambio climático, por lo que la educación y la sensibilización pública son aspectos relevantes del Programa de Enfrentamiento del Cambio Climático, aprobado al más alto nivel del Gobierno.

5.4.1 El cambio climático en el contexto de la educación ambiental

Cuba cuenta con una Estrategia Nacional de Educación Ambiental (ENEA) desde el año 1997, que ha contribuido de manera significativa a introducir la dimensión ambiental en los procesos educativos y a sensibilizar a los diferentes públicos sobre los problemas ambientales nacionales y globales. Esta estrategia, que incluye tanto las vías formales como no formales de educación, ha sido actualizada con nuevos objetivos y proyecciones para el periodo 2011-2015, manteniendo los mismos preceptos y líneas principales de trabajo, pero ajustadas a las nuevas realidades socioeconómicas cubanas. Está conformada por cinco líneas de trabajo: fortalecimiento de la capacidad institucional, capacitación de los recursos humanos, la educación ambiental en el sistema nacional de educación,

comunicación educativa para el desarrollo sostenible y educación ambiental para la ciudadanía. El tema del cambio climático figura como uno de los temas priorizados para este periodo estratégico.

El espacio de concertación de los esfuerzos nacionales, tanto gubernamentales como de las organizaciones sociales, para un accionar coherente y sistemático de los actores claves en la educación ambiental del país, lo constituye desde 1994 la Red Cubana de Formación Ambiental (REDFA). En el marco de la REDFA se han desarrollado diversas actividades como: capacitación a comunicadores a través del Círculo de Periodismo Científico, perteneciente a la Unión de Periodistas y Escritores de Cuba (UPEC); campañas comunitarias de limpieza y reforestación de humedales, donde se resalta la importancia de estos ecosistemas para el enfrentamiento y adaptación al cambio climático; capacitación a los especialistas del CITMA, así como de otras instituciones científicas, docentes, culturales; y otras. Existen otras redes que abordan la capacitación y formación ambiental y que establecen sinergias con la REDFA, las cuales han incorporado el enfrentamiento al cambio climático entre sus temas priorizados. Entre otras, se destacan la Red de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior (REDMA), la Red Juvenil Ambiental de Cuba (REJAC), la Red de Mapa Verde y la Red de Educadores Populares Ambientales.

Tanto en el Sistema Nacional de Educación como en los planes de formación de profesionales de la educación superior, la educación ambiental ha sido reconocida como objetivo priorizado, lo que ha permitido el desarrollo de acciones que posibilitan elevar la cultura ambiental de los alumnos y el fortalecimiento de la relación de la escuela y la universidad con la comunidad. Se ha incrementado la atención metodológica y científica-investigativa a las escuelas pedagógicas y la capacitación de sus claustros y directivos para la incorporación de la educación ambiental al proceso de formación. Se avanza en la sistematización de temas ambientales en las clases y actividades en las instituciones educativas de la educación primaria, secundaria básica y preuniversitaria, entre otras. Se trabaja en el perfeccionamiento de los planes y programas de estudios de los distintos tipos y niveles de educación y dentro de estos el cambio climático y su mitigación y adaptación. Centros universitarios pedagógicos ubicados en cuencas hidrográficas, han generalizado los resultados de los proyectos investigativos sobre desastres naturales y su vinculación a las estrategias de adaptación al cambio climático.

Programas y proyectos desarrollados por el Ministerio de Educación (MINED) han obtenido importantes resultados. El programa educativo ambiental “Amigos de la Bahía” ha posibilitado elevar la cultura ambiental relacionada con la Bahía de La Habana y su cuenca hidrográfica a través de la realización de talleres de capacitación a directores de escuelas, maestros, profesores y promotores. Maestros y profesores de las escuelas rurales y de montaña en la cuenca del río Toa, en la región oriental del país, desarrollaron exitosamente el proyecto “A proteger la cuenca hidrográfica del Toa: una maravilla del medio ambiente cubano”; cuyos resultados incluyeron un diagnóstico y la elaboración de un programa que se introdujo en las comunidades, el desarrollo de talleres y seminarios y la publicación de folletos y multimedias.

En varios territorios de la provincia de Pinar del Río se desarrolló con muy buenos

resultados el proyecto “A prepararnos y protegernos: educación ambiental y en desastres de la cuenca hidrográfica del Río Cuyaguaje y los Parques Nacionales Guanahacabibes y Viñales”.

También se llevó a cabo un proyecto de fortalecimiento de la resiliencia de comunidades vulnerables con la preparación de equipos técnicos municipales para fortalecer la capacidad de los responsables políticos, los planificadores de la educación y las instituciones de la formación docente en Cuba para integrar la educación sobre el cambio climático en sus relaciones con la educación para reducción del riesgo de desastres y la educación para el desarrollo sostenible en el sistema educativo.

Con el fin de incorporar de manera integrada en el proceso docente educativo, lo relacionado con la educación ambiental para el desarrollo sostenible, la prevención de desastres para la disminución de los riesgos y la protección del medio ambiente, así como el manejo integrado educativo del agua, las escuelas de la Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO participaron en el proyecto “Prevención de riesgos y educación en situaciones de emergencia por causas de fenómenos naturales en las islas del Caribe: Red del Plan de Escuelas asociadas de la UNESCO en Cuba y República Dominicana”.

Desde 1997, la República de Cuba cuenta con el Programa Docente Educativo de Ahorro de Energía del Ministerio de Educación (PAEME), componente educacional del Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC). Con un alcance nacional, su objetivo radica en formar una cultura energética en niños, adolescentes y jóvenes. Por esta vía se da a conocer el impacto ambiental del uso de la energía y las emisiones de gases de efecto invernadero y su relación con el cambio climático. En tal contexto se han elaborado libros que abordan las temáticas siguientes: fuentes de energía; cómo ahorrar energía eléctrica; la energía solar en la sociedad del futuro; y aspectos globales como el cambio climático.

En un sector de vital importancia para la sociedad como es el ahorro y uso racional del agua, el INRH puso en vigor el Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (PAURA), con el objetivo de fortalecer en este sentido la educación de todo el pueblo. Promover nuevas formas y hábitos de consumo de agua adecuados, como una vía para reducir el uso indiscriminado del agua y asegurar la protección de un recurso amenazado por los impactos del cambio climático, es el propósito de PAURA. Entre los organismos y entidades que participan en este programa está el MINED, con un papel muy importante en relación con la población infantil y juvenil. El CITMA aporta su experiencia en la educación ambiental y el Instituto Cubano de Radio y Televisión (ICRT) se convierte en la principal entidad que realiza la difusión al público en general.

Las actividades de educación ambiental se han extendido a un segmento de la población que en el caso de Cuba crece rápidamente: las personas de la tercera edad. La Cátedra del Adulto Mayor, coordinada por el MES, es un espacio donde los ancianos pueden adquirir conocimientos en variadas temáticas, y ha desempeñado una importante contribución a la educación ambiental en los últimos años. Por supuesto, entre los temas tratados se ha incluido el cambio climático.

En el ámbito de la colaboración multilateral, Cuba participó en el proyecto FMAM-PNUMA titulado “Ciudadanía Ambiental Global”, una iniciativa regional desarrollada junto a México, Cuba, Perú, Argentina, Chile y Ecuador. El objetivo de este proyecto fue promover la participación social organizada a partir de su comprensión de los derechos y responsabilidades, integrar la agenda ambiental local en forma sencilla para motivar la creatividad de la sociedad y realizar acciones que protejan el ambiente; promover un cambio en la conducta cotidiana del individuo y la sociedad con respecto al ambiente, y contribuir a la formación de la conciencia ciudadana crítica y participativa. En Cuba, el proyecto involucró a siete municipios y en cada uno de estos se constituyeron seis redes: educadores, comunicadores, autoridades locales, parlamentarios, consumidores e iglesias. El cambio climático fue uno de los cuatro temas focales abordados, junto a la diversidad biológica, la capa de ozono y las aguas internacionales.

5.4.2 Participación de la sociedad civil

El Artículo 27 de la Constitución de la República de Cuba establece que “...es un deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y de todo el uso potencial de la naturaleza”; y su Artículo 54 reconoce el derecho de asociación. La ENEA ha permitido estrechar los vínculos de trabajo y cooperación existentes entre las organizaciones de la sociedad civil y los organismos e instituciones de la administración central del Estado, garantizando la articulación adecuada de los procesos de implementación de la misma. La labor de las organizaciones de la sociedad civil cubana abarca un amplio rango de acción, vinculado de diversas formas al cambio climático, sus causas y efectos, que van desde el manejo sostenible de tierras para obtener la seguridad alimentaria, pasando por la conservación de la agrobiodiversidad, la prevención y adaptación ante eventos hidrometeorológicos extremos en los asentamientos humanos, así como la creación de capacidades, la sensibilización y educación ambiental, con incidencia en las comunidades locales.

A partir de los años 90, un importante grupo de organizaciones de la sociedad civil cubana definió el tema ambiental como un eje transversal y como componente principal de sus programas de trabajo, y otras lo incorporaron dentro de sus objetivos de trabajo. De esta forma contribuyen a la formación de una conciencia ambiental y de una cultura de la naturaleza, lo que ha permitido en estos 20 años realizar una labor encaminada a generar y acompañar procesos comunitarios, con el propósito de promover en las actuales y futuras generaciones, una forma de vivir y de pensar basada en la relación armónica entre la naturaleza y la sociedad.

La participación ciudadana activa y responsable no sólo es una condición necesaria para la consecución de un desarrollo sostenible, sino que además es el instrumento que posibilitará profundos cambios personales y sociales. La participación proporciona un aprendizaje práctico en relación directa con el medio y posibilita la adquisición de capacidades y competencias para conocer la realidad y actuar sobre ella.

Las organizaciones de la sociedad civil cubana desarrollan múltiples proyectos, cuyos contenidos pretenden incorporar y afianzar los principios de la agricultura

sostenible; aumentar el empleo de las fuentes de energía renovable; la conservación de la biodiversidad; la reducción del uso de los agroquímicos; el empleo de prácticas agrícolas de bajo costo; la elaboración y aplicación de biofertilizantes y bioplaguicidas; el rescate de las prácticas de la agricultura tradicional y la revalorización de la economía agrícola familiar; y el desarrollo socioeconómico de la comunidad. Entre los principales resultados obtenidos en estos procesos se encuentran la formación de capacidades humanas locales, la reforestación, la recuperación de suelos agrícolas abandonados y/o destinados al vertimiento de residuos, así como la contribución a la seguridad alimentaria a escala local, aplicando principios y técnicas de la agricultura sostenible y de la permacultura. Así, han favorecido el uso eficiente de la energía y el ahorro y conservación de los recursos hídricos, junto con la promoción efectiva de la participación de la mujer en la toma de decisiones y en las acciones comunitarias.

5.4.3 La formación de los profesionales en Cuba y el cambio climático

Los planes y programas de estudio de la educación superior en Cuba conciben la educación ambiental como un eje transversal, para lograr que los futuros profesionales alcancen un dominio adecuado de la situación que se presenta a nivel global, regional, nacional y territorial; adquieran los conocimientos y las habilidades necesarias, de acuerdo con el objeto de su profesión, para resolver los problemas profesionales con criterio de sostenibilidad y, a su vez, desarrollen los valores, actitudes y comportamientos que contribuyan a generar mayor conciencia y aprecio del medio ambiente y al fomento de su compromiso con protegerlo.

En el contenido de las disciplinas de las carreras se integran coherentemente temas concernientes a la educación ambiental, entre ellos los relacionados con las causas y efectos del cambio climático y con el enfrentamiento a estos problemas. Por grupos de carreras, a continuación se detallan los contenidos de estudio relacionados con problemáticas ambientales vinculadas a la temática del cambio climático, que están incluidos en los programas de las disciplinas, con la intención de preparar al futuro egresado para desempeñar su actividad profesional a favor del desarrollo sostenible .

En las *carreras de ciencias técnicas*, de acuerdo con el objeto de la profesión, se estudian temas vinculados con el uso racional de los recursos hídricos, la conservación del agua potable, la generación de electricidad tomando en cuenta al medio ambiente, el mínimo de aporte a la contaminación del ambiente, el aprovechamiento racional de las fuentes de energía y el uso de fuentes renovables, el diseño arquitectónico sostenible, la contaminación ambiental, el uso de tecnologías limpias, el manejo de residuales, entre otros.

En la *disciplina principal integradora de Ingeniería Química*, una de las habilidades a desarrollar es la valoración del impacto ambiental, en los estudios que se realizan sobre la estimación de los costos de inversión y la producción de capacidades industriales. En la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios se estudian y se resuelven problemas relacionados con la contaminación atmosférica por diversas fuentes y sus consecuencias, así como su tratamiento y control.

En las *carreras de ciencias agropecuarias y forestales* se abordan, entre otros, tópicos vinculados con el manejo ecológico de suelos, plagas y enfermedades; la erosión y contaminación de los suelos; el uso racional del agua de riego; y la producción racional de alimentos. En el caso concreto de la carrera de Ingeniería Forestal, se declara como objeto de la profesión “*el manejo sostenible de los recursos forestales*”; como uno de sus campos de acción “*la gestión ambiental*”; y como una de las habilidades profesionales en este campo “*la ejecución de trabajos de evaluación y conservación de los ecosistemas forestales*”.

En las *carreras de ciencias naturales* se tratan los aspectos relacionados con el respeto a la naturaleza y los limitados recursos naturales; la diversidad biológica; la protección de los ecosistemas y técnicas de análisis para el monitoreo y control de la contaminación de los mismos y de las aguas; el cuidado y preservación de las zonas costeras y su entorno.

En el caso más específico de *la carrera de Geografía*, en la disciplina denominada Fundamentos y Métodos de la Integración Geográfica, se declaran como contenidos esenciales la caracterización del medio ambiente cubano y la aplicación de los conocimientos científicos, naturales, económicos, sociales y políticos al tratamiento y solución de los problemas ambientales del país desde el punto de vista geográfico así como, la evaluación de los impactos ambientales parciales y globales de acciones asociadas a proyectos socioeconómicos, con el uso de diferentes técnicas. Se abordan también temas relacionados con la política ambiental, la planificación y la gestión ambiental.

La *carrera de Licenciatura en Meteorología* es un caso específico donde el cambio climático es objeto de estudio. En la asignatura de Climatología se dedican 4 temas a abordar, entre otros aspectos, la modelación climática, incluidos los modelos climáticos globales; las predicciones climáticas y su impacto socioeconómico; la variabilidad climática; los cambios climáticos como un proceso natural, el efecto invernadero, las actividades humanas y el cambio climático, calentamiento global y cambio climático, el clima del futuro, impactos del cambio climático y medidas de adaptación. Por otra parte, en el contexto de la Práctica de Investigación y Servicios (PIS) relacionada con dicha asignatura se ofrecen charlas y se efectúan ejercicios que amplían el alcance de los conocimientos de los alumnos en estos temas, tanto desde el punto de vista teórico como práctico.

En las *carreras de ciencias sociales y humanísticas* se tratan aspectos relacionados con el concepto de desarrollo sostenible desde un planteamiento holístico e interdisciplinario; la comunicación social para el fomento de estilos de vida saludables, de paz y de igualdad; la gestión del conocimiento ambiental; las formas de combatir la pobreza y las desigualdades; el crecimiento demográfico y la inseguridad alimentaria con sus graves consecuencias; la conservación del patrimonio cultural, entre otros.

En las *carreras de perfil económico* se estudian temas tales como la globalización y los fenómenos ambientales coligados; la incorporación de lo ambiental en los planes de la economía en todos los niveles; la actividad económica contable asociada al control de las acciones medioambientales para evaluar niveles de

eficiencia, y problemas relacionados con la economía del país en situaciones de desastres.

En las carreras de *perfil pedagógico* de formación de docentes para la enseñanza primaria, media, media superior y técnica, se ha incorporado la dimensión ambiental, tanto en el currículo propio como en cursos optativos y de manera particular los temas relacionados con el cambio climático. Estos temas se trabajan de manera diferenciada en todas las especialidades

En la *formación de postgrado* se ha dirigido el trabajo a las necesidades de aprendizaje para el desarrollo sostenible, sobre la base de los problemas contemporáneos de los impactos del cambio climático. En el diseño de los programas de postgrado se garantiza la formación ambiental de los profesionales, con énfasis en la adaptación y la mitigación, lo cual se concreta en los objetivos generales de los programas y la inclusión de los contenidos correspondientes en las maestrías, especialidades de postgrado y diplomados, en cumplimiento de lo establecido en la Ley 81/97.

El contenido de los programas se orienta fundamentalmente hacia el desarrollo de una cultura ambiental de los profesionales para que, con su futura actuación en la resolución de los problemas que se presenten, sean capaces de guiar al país hacia un desarrollo sostenible. De acuerdo con el objeto de los programas, en ellos se integran aspectos tales como la conservación y preservación del medio ambiente, el uso racional de la energía, el tratamiento de residuales, la gestión de los recursos humanos en un ambiente laboral que promueva el incremento de la productividad y la calidad del trabajo, el manejo sostenible de los sistemas y recursos forestales, la protección del patrimonio cultural, entre otros aspectos. Cada programa tiene elaborada su estrategia curricular de medio ambiente, que se materializa en el desarrollo de los contenidos de los cursos, con énfasis en la preparación profesional para enfrentar los impactos del cambio climático. Estas estrategias son objeto de revisión en las visitas de control y en las acreditaciones que se realizan al proceso de formación, comprobándose que se ha logrado un avance en esta labor, pero todavía el progreso no es parejo en todos los programas.

La mayoría de los programas tienen planificados cursos que tributan directamente a la formación ambiental y a la adaptación y mitigación del cambio climático. Las universidades que poseen centros de estudio de medio ambiente tienen vinculados estudiantes a grupos de trabajo científico y desarrollan trabajos de diploma, tesis de maestría y de doctorado, donde se aborda la importancia del postgrado para la cultura de adaptación y mitigación del cambio climático.

Los resultados del proyecto “Perfeccionamiento de la Educación Ambiental para el desarrollo Sostenible en el Sistema Nacional de Educación” del MINED permiten la incorporación de los contenidos de medio ambiente y el enfoque y concepción de la educación para el desarrollo sostenible, particularmente lo relacionado con el cambio climático. En las cuatro universidades de ciencias pedagógicas los centros de estudio de educación ambiental desarrollan programas de doctorados, diplomados, cursos, talleres, conferencias y la socialización de los resultados científicos, así como su vinculación con las instituciones educativas. Por ejemplo,

el Centro de Estudios de Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica “Félix Varela Morales” ofrece el curso de postgrado “Educación para el cambio climático”. En el caso de los doctorados, hay varios programas que tributan al medio ambiente, distribuidos nacionalmente en las tres regiones del país (occidente centro y oriente). Los enfoques difieren, de manera tal que se abarcan las diferentes ramas que tributan al mismo.

El Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres (CLAMED) es una institución subordinada al Ministerio de Salud Pública. Fue creada con el fin de perfeccionar la intervención eficiente y oportuna para prevenir y disminuir los efectos de los desastres sobre la salud y calidad de vida de la población cubana y sobre la economía nacional. Allí se desarrolla una maestría sobre cambio climático y salud. Asimismo, en la Escuela de Medicina que radica en el Hospital Clínico-Quirúrgico “Julio Trigo López” en La Habana, fue inaugurada la cátedra de Cambio Climático y Salud.

5.4.4 Actividades de sensibilización pública

Todos los años se coordina una campaña nacional por el Día Mundial del Medio Ambiente. En los últimos años se han dedicado al tema de cambio climático las correspondientes a 2007, 2008 y 2009 y se han dirigido a promover la cultura ambiental, con un reforzamiento hacia el enfrentamiento al cambio climático, desde la promoción de la cultura de prevención, nombradas respectivamente: *“Si el clima cambia, cambia para todos ¡cambiemos nosotros!”*; *Dale un chance al planeta*; *“El clima cambia. ¿...Y tú?”* (Figura 5.15).



Figura 5.15 - Carteles por el Día Mundial del Medio Ambiente dedicados al cambio climático.

En todo el país se realizan actividades con los niños, jóvenes y estudiantes, para promover actividades dirigidas a la sensibilización pública sobre la necesidad de proteger el medio ambiente. Un ejemplo de este tipo de acción es la *Jornada Científico-Estudiantil*, evento que ha venido celebrando durante más de una década el Acuario Nacional de Cuba, donde se exponen trabajos científicos, pinturas, cuentos y poesías sobre el medio marino y sus recursos. También el Acuario Nacional publica la serie didáctico-recreativa “Conozcamos el mar”, que ha permitido a las nuevas generaciones conocer los tesoros y secretos del mar. El No.13 de esta serie está dedicado precisamente al cambio climático y recibió el

apoyo financiero del proyecto GEF/PNUD de Segunda Comunicación Nacional para una nueva tirada de 5 000 ejemplares (Figura 5.16).

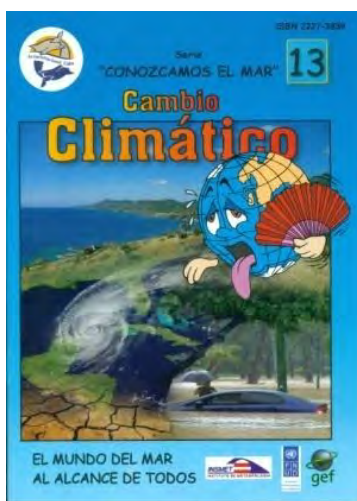


Figura 5.16 Serie “Conozcamos el mar” (número 13).

Una ONG como la Sociedad Cubana de Geología ha publicado una interesante serie educativa dirigida a la educación y la sensibilización comunitaria bajo el título “Protege a tu familia de...”. Tres de los números publicados están dirigidos a fenómenos vinculados al clima, y en particular al cambio climático y sus consecuencias (Figura 5.17).



Figura 5.17 Serie “Protege a tu familia de...” (números 5, 6 y 7).

Muchas publicaciones periódicas han dedicado frecuentemente sus espacios a informar, educar y sensibilizar al público en general, sobre el cambio climático. A modo de ejemplo, la revista **Energía y tú**, de la ONG Cubasolar, es una publicación científico-popular cubana concebida para contribuir a la formación de una cultura energética y ambiental sostenible de la población.

5.4.5 Los medios masivos de comunicación y el cambio climático

Los medios masivos de comunicación han propiciado el tratamiento sistemático de aspectos asociados al cambio climático, con fines didácticos e informativos.

Algunas cifras ilustrativas indican que entre los años 2007 y 2010 se transmitieron más 250 programas de radio y televisión a nivel nacional y territorial relacionados con el tema.

La televisión nacional ha constituido un importante vehículo para la educación y la sensibilidad del público sobre el cambio climático, sus causas y consecuencias. Dos de sus programas, **A Tiempo** y **Energía XXI**, han abordado regularmente esta temática. Además, es frecuente la proyección de documentales nacionales y extranjeros y de mensajes de bien público sobre este asunto. El espacio de la televisión **Mesa Redonda**, con emisiones diarias y que goza de una elevada audiencia, trata con mucha frecuencia el cambio climático en sus emisiones. Tan sólo en el período 2007 - 2010, transmitió más de 30 programas con la participación de destacados especialistas nacionales, dedicados entre otros temas a los aspectos científicos y técnicos del cambio climático; los resultados de las evaluaciones realizadas por el IPCC; los biocombustibles y el cambio climático; cambio climático y sociedad; y al proceso de negociaciones internacionales en los marcos de la CMNUCC y su Protocolo de Kioto.

La programación televisiva **Universidad para Todos** ha sido una de las vías principales utilizadas. Persigue el objetivo de contribuir a elevar la cultura general e integral de la población cubana. Con este fin transmite cursos sobre diversos temas, al alcance de todos los ciudadanos, donde participan los mejores profesionales, profesores universitarios y técnicos en las materias que se ofrecen. El contenido de estos cursos se publica en formato de tabloides, que se comercializan a muy bajo precio en los estancillos de venta de publicaciones periódicas, con una gran acogida entre la población. Más de 34 de los cursos impartidos entre 2001 – 2015 han estado relacionados con temas medioambientales. El cambio climático ha sido tratado de diferente forma en varios de ellos y dos se han dedicado específicamente al problema, los titulados: **Cambio Climático – Un Reto Global** y **Energía y Cambio Climático**. Los tabloides publicados con el contenido de estos últimos cursos (Figura 5.18) fueron la base de la preparación y publicación de un libro titulado **Energía y Cambio Climático** (Arrastía y Limia, 2011).

La Televisión Educativa del MINED transmite teleclases dirigidas a la enseñanza secundaria, con contenidos referidos al reforzamiento del efecto invernadero en la atmósfera y el consecuente cambio climático.

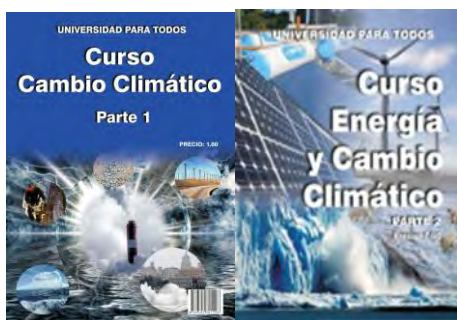


Figura 5.18 Tabloides de los cursos sobre cambio climático.

5.4.6 Producción audiovisual vinculada al cambio climático

Los estudios Mundo Latino han producido varios materiales fílmicos sobre cambio climático, como parte de la serie documental “La Naturaleza secreta de Cuba”, en colaboración con el CITMA. La base para la elaboración del contenido resultó la existencia de un trabajo liderado por el INSMET, con resultados de la investigación científica sobre los impactos actuales, y los previsibles en el futuro, del cambio climático en el país. Este esfuerzo audiovisual no sólo describe el problema, sus causas, sino que promueve cambios en los modos de pensar y actuar, para contribuir a la necesaria adaptación. Los efectos del cambio climático también se vinculan con otras problemáticas ambientales presentes en el archipiélago cubano, para transmitir la amenaza desde la perspectiva de que dichos efectos actúan sobre escenarios sometidos a otras presiones, y es esa sinergia la que puede generar mayores impactos. La Televisión Cubana ha dispuesto de varios espacios para que estos documentales tengan una amplia difusión. Hasta el momento se han producido los documentales:

- Cambio Climático, el Reto Continúa - Aborda los impactos actuales y futuros del cambio climático en el archipiélago cubano, en sus recursos hídricos, diversidad biológica, principales ecosistemas, agricultura, zonas costeras y asentamientos humanos.
- Cambio Climático, Respondiendo a un Reto - Expone los esfuerzos de Cuba por adaptarse a los impactos del cambio climático actuales y futuros en diversos sectores de la sociedad cubana.
- S.O.S. Cambio Climático - Constituye un llamado a la conciencia y a la actuación urgente en torno a uno de los mayores desafíos de la humanidad en toda su historia. Es la primera serie documental dedicada a abordar los impactos del cambio climático, actuales y futuros, en el archipiélago cubano, sus recursos hídricos, diversidad biológica, principales ecosistemas, agricultura, zonas costeras y asentamientos humanos.
- S.O.S. Huracanes - Aborda la compleja relación entre el cambio climático y los huracanes, a partir del testimonio de científicos cubanos del Instituto de Meteorología y de los resultados de observaciones e investigaciones realizadas durante décadas. Muestra también el papel del Sistema de la Defensa Civil en evitar las víctimas humanas provocadas por estos eventos extremos, así como la necesidad de disminuir vulnerabilidades, entre otros aspectos.

Los mensajes vinculados al cambio climático no sólo se han incluido en documentales específicos sobre esta problemática; también se han insertado en otros muchos materiales sobre diversos temas. Las áreas protegidas, las especies amenazadas, los ecosistemas vulnerables y otros disímiles hilos conductores de numerosos audiovisuales, han incluido asimismo contenidos asociados al cambio climático, en tanto esta es una problemática que se relaciona con todos ellos.

5.4.7 Programa de educación, comunicación y sensibilización

Durante el proceso de consultas para preparar el proyecto “Actividades de apoyo para preparar la Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” se consideró conveniente diseñar una estrategia de educación, formación y comunicación para asegurar la participación activa de los diversos sectores de la población en la solución de problemas y la adopción de buenas prácticas ambientales relacionadas con el cambio climático. El proceso de elaboración de esta estrategia, que más tarde se decidió fuera un programa de educación y sensibilización pública, se desarrolló en el marco del Proyecto, mediante un amplio programa de consultas con una variada representación de todos los sectores involucrados en la educación y la sensibilización pública, proporcionando la participación de todas las provincias del país en el proceso. Incluyó a representantes de la sociedad civil y contó con una fuerte representación femenina, donde más del 50% de los participantes en los talleres de consulta fueron mujeres.

El “*Programa cubano de comunicación, educación y sensibilización pública sobre el cambio climático*” se elaboró respondiendo a la necesidad de promover una cultura asociada a esta problemática, sus consecuencias y las medidas de adaptación. Para lograr este propósito, cuyo alcance es nacional con énfasis en lo local, intervienen instituciones educacionales, medios de comunicación masiva, organismos de la administración central del Estado, organizaciones de masas y de la sociedad civil, bajo la coordinación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

La implementación efectiva de este programa necesita de recursos financieros y técnicos, para lo cual la cooperación internacional, bilateral y Sur-Sur podrían realizar una contribución importante a los esfuerzos nacionales en la implementación de la Decisión 9/CP.13 de la CMNUCC.

5.5 Fomento de la capacidad

El proceso de preparación de las comunicaciones nacionales en Cuba ha sido la principal fuente de oportunidades para la capacitación de los recursos humanos y el fomento de capacidades, destinados al aseguramiento de la sostenibilidad de las actividades relacionadas con el cambio climático. También se han desarrollado proyectos con el apoyo internacional y se ha brindado una activa cooperación Sur-Sur. En algunos casos, esta cooperación ha contado con el apoyo de países desarrollados y organizaciones internacionales.

5.5.1 Talleres de capacitación

Al igual que la Primera Comunicación Nacional, la preparación de la SCN ha contribuido a incrementar, sistematizar e integrar los conocimientos del cambio climático. Fueron numerosas las actividades de capacitación realizadas con ese fin, y contaron con una amplia participación de expertos, pertenecientes a diferentes sectores de la sociedad. Se impartieron numerosas conferencias y se realizaron talleres de capacitación.

Utilización del software LEAP

Impartido por los profesores consultores de la Fundación Bariloche, Nicolás Di Sbroiavacca y Gustavo H. Nadal. Celebrado en La Habana del 31 de mayo al 4 junio de 2010, con 29 participantes. La capacitación consistió en realizar un screening en Excel para evaluar el impacto de un paquete medidas de mitigación en el sector energético y forestal e introducir medidas de mitigación dentro del LEAP, y visualizar los resultados. Además, se efectuaron ejercicios para crear escenarios de referencia y desarrollar un modelo simplificado de los sectores de transmisión y generación de electricidad y calcular las emisiones de los principales contaminantes en el escenario de referencia.

Evaluación de alternativas para la adaptación y la mitigación del cambio climático

Organizado por las Universidades de Matanzas y de La Habana. Impartido por las profesoras Mercedes Marrero y Maritza Petersson de la Universidad de Matanzas. Celebrado en La Habana del 27 al 29 de septiembre de 2010, con 38 participantes. El objetivo general del taller estuvo en función de fomentar habilidades sobre el uso del análisis multicriterio en la evaluación de alternativas para la adaptación y la mitigación del cambio climático. Entre las tareas desarrolladas estuvieron la introducción a la aplicación de técnicas matemáticas y de valoración económica en la evaluación de alternativas, así como el uso del software NIADE y su empleo en un estudio de caso.

Taller sobre alerta temprana por sequía

Ofrecido por los doctores Braulio Lapinel y Oscar Solano, investigadores del Instituto de Meteorología. Celebrado en La Habana, del 13 al 14 de abril de 2011, con 34 participantes. La capacitación estuvo dedicada a impartir los fundamentos tecnológicos de la alerta temprana por sequía y sus productos operacionales de los Centros del Clima y Meteorología Agrícola del INSMET.

Transferencia de tecnologías para el cambio climático

Impartido por el experto internacional Sr. Carlos Fuller (Belice), con la colaboración del también experto internacional Sr. Kishan Kumarsingh (Trinidad y Tobago). Celebrado en La Habana del 11 al 13 de julio de 2011, con 49 participantes. Los objetivos fundamentales de este taller fueron debatir los elementos clave para mejorar la transferencia de tecnología y dar a conocer las buenas prácticas en la realización de evaluaciones de necesidades de tecnología. También se ofreció una actualización sobre las negociaciones en curso para la transferencia de tecnología en el marco de la CMNUCC y una visión general sobre el mecanismo de tecnología aprobado en la Conferencia de las Partes en Cancún, México. El taller incluyó la presentación del borrador de informe sobre transferencia de tecnología, preparado como parte de la Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la CMNUCC.

Metodología actual para la preparación de inventarios gases de efecto invernadero

Conducido por la MSc. Adriana Valdés Sánchez, con 30 participantes del equipo técnico cubano del inventario de gases de efecto invernadero. El taller estuvo

dirigido a la presentación de algunos resultados concluidos para el reporte actualizado del Inventario 2004; incorporación de las guías IPCC-GPG LULUCF 2003 para el sector Cambio y Uso de la Tierra y Silvicultura; captación de datos de actividad de la Oficina Nacional de Estadística e Información e intercambio con sus especialistas; y el entrenamiento a los participantes en el software UNFCCC_NAI_V132_R.

5.5.2 Proyectos para el fomento de capacidades con apoyo internacional

Durante el período transcurrido desde la presentación de la PCN se ejecutaron varios proyectos con apoyo bilateral. También se participó en proyectos junto a otros países de la región, con apoyo bilateral y multilateral, los que se relacionan a continuación.

Proyecto CIDA-CCCDF “Fomento de Capacidades para el Cambio Climático en Cuba”

Desarrollado por la Universidad de Toronto y la consultoría canadiense IndEco, a partir de una iniciativa propuesta por el CITMA, financiado por el fondo Canadiense de Cambio Climático de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA-CCCDF, por sus siglas en inglés). El objetivo del proyecto fue *“reforzar la habilidad de Cuba para adaptarse y responder a los riesgos presentados por el cambio climático y contribuir con el desarrollo sostenible, mediante el fomento de capacidades y la transferencia de conocimientos técnicos”*. Por la parte cubana su implementación contó con la participación de especialistas del Observatorio Cubano de Ciencia y Tecnología, la Universidad de La Habana, el Centro de Investigaciones de la Economía Mundial y el INSMET. Se produjo un paquete de entrenamiento atractivo e informativo en dos módulos:

Módulo 1: Mitigación y Adaptación al Cambio climático. Retos y Oportunidades – Contiene suficiente información sobre los aspectos científicos y políticos relacionados con el cambio climático. Fue elaborado a partir de un taller con la participación de 25 expertos procedentes del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS)¹³, del Ministerio de Turismo (MINTUR), del CITMA y de la Oficina del PNUD en La Habana.

Módulo 2: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Acciones y Estrategias – Contiene información y guías para el desarrollo de la planificación estratégica relacionada con el cambio climático y fue desarrollado completamente en un taller con 24 expertos del MINBAS.

Al término de ambos talleres, conducidos por los investigadores cubanos con la presencia de expertos canadienses, los participantes demostraron un mayor conocimiento y comprensión del cambio climático y los vínculos con sus actividades diarias, contribuyendo a crear un ambiente favorable dentro del MINBAS para incluir la dimensión del cambio climático dentro de sus estrategias de

¹³ actual Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

desarrollo. Por su parte, las instituciones cubanas incluidas en el equipo del proyecto ampliaron sus capacidades técnicas y de equipamiento.

Proyecto CUB/03/009/01/34 “Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático”

Implementado por el PNUD con la contribución financiera de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA, en inglés), estuvo enmarcado en la iniciativa regional de la Red Caribeña de Manejo de Riesgos y Adaptación, con el objetivo de *“impulsar el desarrollo y la ejecución de los componentes científicos de aplicación local y de intercambio, relacionados con la adaptación al cambio climático, fortaleciendo los vínculos entre manejo de riesgos y adaptación al cambio climático en dos países: Cuba y República Dominicana”*. Mediante este proyecto se realizó el ensayo del Marco de Políticas de Adaptación al Cambio en sectores rurales seleccionados de ambos países. Se efectuó un estudio científico de los riesgos asociados a la sequía, evento que golpea recurrentemente a varios países de la región, y una evaluación centrada en identificar las medidas de adaptación que pueden ser empleadas en los dos países del Caribe, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad a la variabilidad climática y los eventos extremos.

La evaluación de las medidas de adaptación estuvo focalizada en el sector rural de la economía, y en particular en comunidades agrícolas. Este proyecto se consideró por la Oficina del PNUD La Habana como una experiencia exitosa de la colaboración Sur – Sur entre científicos y funcionarios de gobierno. Los principales resultados de los estudios realizados se publicaron en dos tomos (que recogen también los resultados para Cuba en el proyecto regional RLA/01/G43 PNUD/GEF “Fomento de las Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba”): Tomo I – La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la República Dominicana (Centella et. al. 2006) y Tomo II – Políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República de Cuba y la República Dominicana (Rodríguez et.al., 2005)

Proyecto RLA/01/G43 PNUD/GEF - Fomento de las Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba

Proyecto implementado por el PNUD y ejecutado por el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el co-financiamiento del Gobierno de Suiza y la contribución de CATHALAC y de los gobiernos de los países participantes. El objetivo del proyecto fue *“fortalecer la capacidad adaptativa de los sistemas humanos para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática, los riesgos y los eventos extremos, para sistemas prioritarios en Centroamérica, Cuba y México”*.

En el caso de Cuba, el proyecto se desarrolló en sinergia con el proyecto CUB/03/009/01/34 – “Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático” antes mencionado, con el fin de optimizar los recursos financieros y humanos y del beneficio mutuo de los resultados. Los sectores abordados fueron recursos hídricos y agricultura; la integración de ambos sectores se realizó mediante el enfoque sobre el sector de los asentamientos humanos, tomando en consideración

que es el hombre el actor fundamental y central de todo el sistema. Dos de sus objetivos consistieron en *Fortalecer la capacidad sistémica, institucional e individual de los actores para evaluar la vulnerabilidad y la adaptación a los impactos del cambio climático y los riesgos de la variabilidad climática en la región oriental de Cuba y fortalecer la capacidad sistémica, institucional e individual de los actores para desarrollar estrategias e implementar políticas y medidas de adaptación al cambio climático en la región oriental de Cuba.*

Autoevaluación nacional de las capacidades para la gestión ambiental global

Mediante la ejecución del proyecto No.GFL-2328-2740-4914 del FMAM/PNUMA, la República de Cuba concluyó su Autoevaluación Nacional de las Necesidades de Capacidad para la Gestión Ambiental Global (NCSA por sus siglas en inglés) (Figura 5.19), en el ámbito de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (CNUDS), (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2011).

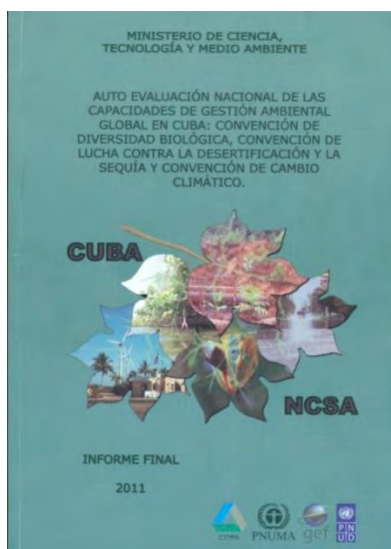


Figura 5.19 Informe Final Autoevaluación de las Capacidades de Gestión Ambiental Global en Cuba.

Para esta autoevaluación se realizó un análisis a escala nacional, regional (ecosistémico) y provincial, de las necesidades de capacidad para la gestión de la biodiversidad, el cambio climático y la degradación de tierras, y las sinergias entre ellas, acorde con las metas del desarrollo sostenible en el país, sobre la base de la consulta y la participación de un amplio grupo de instituciones y expertos de todo el país.

5.5.3 Cooperación Sur-Sur

Una activa cooperación Sur-Sur es una característica de la experiencia cubana en el desarrollo de las actividades de cambio climático, tanto en el proceso de

preparación de las comunicaciones nacionales como en la participación en proyectos, o en la creación de capacidades en general. En varios casos, esta cooperación ha contado con el apoyo de países desarrollados y de organizaciones internacionales. Durante el proceso de elaboración de las Comunicaciones Nacionales Iniciales, expertos cubanos brindaron su cooperación en varios países de América Latina y el Caribe. En el proceso de preparación de las Segundas Comunicaciones Nacionales algunos países de la región, como es el caso de la República Dominicana, han recibido la cooperación de expertos cubanos en la evaluación de impactos del cambio climático y adaptación.

La cooperación de Cuba con los pequeños estados insulares en desarrollo del Caribe ha tenido su expresión más alta mediante el memorando de entendimiento para la cooperación entre el Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC) y el INSMET de Cuba, con el objetivo reforzar y aumentar los esfuerzos que realizan ambas partes en el tema del cambio climático, a través de una asociación de largo plazo. Estos esfuerzos han incluido: la aplicación de modelos climáticos regionales, el desarrollo de escenarios climáticos regionales, asistencia técnica en estudios de impactos del cambio climático y en la creación de capacidades. Con el desarrollo del proyecto PRECIS Caribbean Climate Change se ha establecido una cooperación ejemplar entre CCCCC (Belice), la University of West Indies (Mona - Jamaica y Cave Hill - Barbados) y el INSMET. En el campo de la evaluación de los impactos del cambio climático, un experto del INSMET preparó un libro de trabajo de conocimientos básicos, metodologías y herramientas para la evaluación de impactos en agricultura (Rivero, 2008). También, expertos del INSMET ofrecieron talleres de entrenamiento sobre la evaluación de impactos y adaptación al cambio climático en el sector de la agricultura, donde se capacitaron más de 70 especialistas de varios pequeños estados insulares de esta región.

La cooperación en la evaluación de los impactos del cambio climático en el sector de la agricultura se ha extendido a otros pequeños estados insulares en desarrollo del Pacífico; más de 30 participantes recibieron capacitación impartida por expertos del INSMET, en un taller convocado al efecto en Fiji en 2011. También expertos de la AMA han desarrollado actividades de cooperación en el campo de la evaluación de los impactos por el aumento del nivel medio del mar y la adaptación, en la República de Seychelles. La cooperación en la capacitación para la evaluación de impactos del cambio climático en el sector de la agricultura ha alcanzado a otros países de América Latina como Perú y El Salvador. También se brindó apoyo a Nicaragua y Ecuador en la preparación de los escenarios de cambio climático para las evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación.

Auspiciado por la representación del PNUD en Cuba con la colaboración de la Agencia de Medio Ambiente del CITMA (que incluye al INSMET) y de la Defensa Civil de Cuba, se desarrolló en La Habana del 29 de noviembre al 3 de diciembre de 2011 el Curso Regional sobre Gestión del Riesgo Climático. Participaron funcionarios del PNUD e investigadores, decisores, especialistas de diferentes instituciones vinculadas a los sistemas de protección civil del Caribe, procedentes de Guyana, República Dominicana, Jamaica, Belice, Trinidad y Tobago, Surinam, Barbados, Anguila, Islas Vírgenes Británicas y Cuba.

5.6 Información y trabajo en redes

5.6.1 Información

El Programa de Trabajo de Nueva Delhi enmendado para la aplicación del artículo 6 de la Decisión 9/CP.13 de la CMNUCC alienta a las Partes a facilitar el acceso del público a los datos y la información, sobre las iniciativas y políticas relativas al cambio climático y sobre los resultados de las medidas adoptadas que el público y otras partes interesadas requieran para entender, abordar y tratar las cuestiones del cambio climático. Para dar cumplimiento a este llamado, la República de Cuba ofrece amplia información, utilizando principalmente internet. En esta sección se describen las principales fuentes de información sobre el cambio climático y cuestiones relacionadas, que el público puede consultar. En todos los casos se brinda el enlace correspondiente a dichas fuentes.

Cambio Climático Cuba (<http://cbclima.insmet.cu/>)

Como parte del proceso de preparación de esta SCN se desarrolló el "Sitio de Cambio Climático Cuba", entorno web creado para promover y difundir información y conocimientos actuales, alcanzados a nivel global y esencialmente en Cuba, acerca de los problemas del cambio climático; con el propósito de mejorar la comprensión del problema y contribuir al cambio de actitud en las personas en su comportamiento hacia el medio ambiente. Muestra la capacidad de desarrollo del país, resultados de la preocupación y del esfuerzo del estado y la comunidad científica cubana para hacer frente al cambio climático. La audiencia del sitio es el público en general y está enfocado a una diversidad tipológica del usuario. Su elemento distintivo es el carácter participativo que se le ha dado a través de la sección "Iniciativa", donde se estimulan y divulgan iniciativas populares, de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que desarrollan acciones de educación, investigación, mitigación y adaptación al cambio climático en Cuba.

PRECIS-Caribe (<http://precis.insmet.cu/>)

PRECIS-CARIBE es la página web interactiva de acceso a los resultados actuales de las corridas del Modelo Climático Regional PRECIS para la región de Centroamérica, México y el Caribe; concebida para facilitar el acceso en línea a los escenarios de cambio climático desarrollados por el Instituto de Meteorología de Cuba, a partir de las corridas de PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies, sistema de modelado climático regional basado en PC, desarrollado por el Centro Hadley de la Oficina de Meteorología del Reino Unido, para facilitar su empleo en los países no anexo I de la CMNUCC). Desarrollada con el apoyo financiero del Proyecto PNUD-CIDA "Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático" y el Proyecto GEF-PNUD RLA/01/G31 "Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba". Los resultados disponibles aquí son una contribución del Instituto de Meteorología de Cuba a las actividades de la región para evaluar los impactos del cambio climático e identificar medidas de adaptación.

Web del Instituto de Meteorología de Cuba (<http://www.insmet.cu/>)

El sitio es público. Además de suministrar información del tiempo y el clima en el territorio nacional, también ofrece información pública sobre la estimación de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero en Cuba. Está disponible

la información brindada por el Sistema de Aviso Temprano SAT-03, sobre los impactos de los niveles de las concentraciones de ozono de interés para algunos cultivos agrícolas.

Oficina Nacional de Estadística e Información (<http://www.one.cu/>)

En este sitio web el público tiene acceso a la información estadística medio ambiental de Cuba. De interés para el cambio climático están disponibles, entre otras informaciones:

- Indicadores del clima
- Huracanes que han azotado a Cuba por intensidades
- Número de veces que cada región ha sido azotada por huracanes de diferentes categorías
- Acidez de la lluvia anual
- Emisiones brutas de gases de efecto invernadero
- Fuentes renovables de energía
- Recursos de agua dulce renovables
- Superficie cubierta por bosques por provincias
- Superficie plantada de árboles por provincias
- Incendios forestales

También se pueden bajar publicaciones como “Panorama Ambiental. Cuba” y “Temas Medioambientales”, con información relevante para el cambio climático.

Portal de medio ambiente (<http://www.medioambiente.cu/>)

Contiene información medioambiental variada, desde noticias, publicaciones, la legislación ambiental vigente, educación ambiental, entre otras. La sección dedicada a Tópicos informa sobre ecosistemas de montaña, arrecifes coralinos, playas arenosas, humedales y manglares, directamente vinculados con los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación.

Portal de educación ambiental (<http://www.educambiente.co.cu/>)

El objetivo esencial de este portal es lograr la integración de resultados, propiciar una mayor divulgación de éstos y continuar incrementando y compartiendo experiencias exitosas.

Sitio web CUBASOLAR (<http://www.cubasolar.cu/>)

Este sitio de la ONG “Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (CUBASOLAR), brinda amplia información sobre las fuentes renovables de energía y presta especial atención a la publicación de libros y otros materiales, que contribuyen a la promoción del uso de estas fuentes.

Sitio CUBAENERGÍA (<http://www.cubaenergia.cu/>)

El sitio del Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CUBAENERGÍA), ofrece información sobre indicadores de consumo de energía; estadísticas energéticas, fuentes renovables de energía; y educación energética, disponibles al público.

Boletín digital informativo de la Red Agraria de Cambio Climático (BRACC) –

Contiene noticias sobre el cambio climático, información sobre reuniones, talleres, congresos, cursos y publicaciones. Tiene una frecuencia mensual de distribución mediante suscripción personal y gratuita. Se atienden actualmente unas 280 suscripciones nacionales y extranjeras y se divulga además en varios sitios web.

Nodo cubano del mecanismo de facilitación (CHM) y Estructura Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF)

Además de una página web, el nodo cubano de estos mecanismos mantiene una lista de correos con más de 1 500 contactos electrónicos, para promover y divulgar noticias relativas a la conservación de la diversidad biológica cubana y uno de los temas tratados es el cambio climático.

5.6.2 Trabajo en redes

Preparación de las comunicaciones nacionales

El proceso de preparación de las comunicaciones nacionales ha sido concebido desde el principio con una visión continua. Para ello, el trabajo en redes para la elaboración de los tres componentes fundamentales de la comunicación nacional, a saber: inventario de gases de efecto invernadero; impactos, vulnerabilidad y adaptación; y mitigación del cambio climático, ha garantizado la continuidad del proceso.

En el caso del inventario, la red de trabajo está conformada por un equipo multidisciplinario con tres grupos de trabajo, creado desde el principio mismo de la elaboración de la PCN. Para la elaboración del componente sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación existe una red multidisciplinaria de trabajo cuyo antecedente se remonta a 1992, cuando se realizó la primera evaluación sobre los impactos del cambio climático global en Cuba. También para la elaboración del componente dedicado a los estudios de mitigación, se cuenta con una red de expertos e instituciones cuya composición básica viene trabajando desde la Primera Comunicación Nacional. En el periodo entre reportes, estas redes de expertos e instituciones se han mantenido funcionando bajo el principio de continuidad y sus integrantes participaron en diferentes proyectos de investigación.

Red Agraria de Cambio Climático (RACC)

La RACC está coordinada por el Ministerio de la Agricultura e integrada por instituciones científicas, académicas y productivas para “*coordinar y facilitar la investigación, la capacitación, la mitigación y la adaptación al cambio climático del sector agrícola del país*”. Como parte de su función de capacitación, en varias ocasiones ha impartido cursos básicos sobre cambio climático, extendido ya a más de 200 profesionales de instituciones científicas bajo el MINAG. Adicionalmente, a

solicitud de las instituciones, la RACC brinda asesoramiento en la identificación y organización de investigaciones científicas relacionadas con el cambio climático. Su boletín informativo (BRACC), de suscripción personal y gratuita, se distribuye mensualmente.

Red de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior

Es una red formada por 17 universidades, 11 entidades de ciencia e innovación tecnológica (ECIT) y 3 facultades de montaña, y es la encargada de atender los aspectos vinculados con el medio ambiente. Entre sus tareas de investigación asume los impactos del cambio climático en todas las esferas de la sociedad, además de desarrollar una cultura ambiental para el enfrentamiento del cambio climático y el desarrollo sostenible, tanto al interior de las universidades como en las comunidades. La organización en redes de las investigaciones vinculadas al medio ambiente ha permitido la organización de otras redes ambientales temáticas dentro de las universidades, muy integradas con la defensa civil, como son los desastres ambientales en animales y plantas, así como sobre el patrimonio construido, los desastres tecnológicos y la gestión integrada de los recursos hídricos.

Red Cubana de Formación Ambiental

La Red Cubana de Formación Ambiental (REDFA-Cuba) constituye la representación del Punto Focal Cubano de la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, adecuando sus objetivos al contexto nacional de acuerdo con las políticas ambiental y educacional de nuestro país. Está estructurada por enlaces entre redes, lo que le confiere un gran poder de multiplicación. No es una institución ni una organización, es la interfase entre un conjunto de instituciones y organizaciones, que se interrelacionan asumiendo compromisos en función de objetivos comunes. Tiene un carácter nacional, sectorial y territorial. El cambio climático es uno de los objetos de atención de la REDFA-Cuba.

Integración a redes regionales y subregionales

Cuba participa activamente en la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), junto a los países latinoamericanos, España y Portugal.

A nivel subregional, como aparece relacionado en la sección dedicada a la cooperación Sur – Sur de esta comunicación nacional, Cuba mantiene una estrecha cooperación con los pequeños estados insulares en desarrollo del Caribe, a través de una asociación de largo plazo entre el Instituto de Meteorología y el CCCCC, que persigue el objetivo de reforzar y aumentar los esfuerzos que realizan ambas partes en el tema del cambio climático. También, Cuba participa en el Foro de Perspectivas Climáticas para la Región del Caribe (CARICOF, siglas en inglés) y muy recientemente, en el Foro Climático de Mesoamérica.

CAPÍTULO 6. OBSTÁCULOS, CARENCIAS Y NECESIDADES CONEXAS DE FINANCIACIÓN, TECNOLOGÍA Y CAPACIDAD

Las limitaciones que restringen o impiden la ejecución de importantes acciones en la República de Cuba para una implementación efectiva de la Convención son fundamentalmente de tipo económico y financiero. Estas limitaciones constituyen una vulnerabilidad adicional a los efectos del cambio climático, en particular para la adaptación, el aspecto más prioritario para el país.

La principal barrera que limita el acceso de Cuba a los principales flujos de financiamiento internacionales y el acceso a tecnologías de punta, es el bloqueo económico, comercial y financiero al que el Gobierno de los Estados Unidos de América somete a la República de Cuba. Como es bien conocido, este bloqueo adquiere incluso un carácter extraterritorial y está enfocado a la desarticulación total del sistema socioeconómico y, en definitiva, a la caída del Gobierno cubano. Ha sido rechazado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en numerosas ocasiones, por una aplastante mayoría de los Estados miembros de la ONU.

6.1 Barreras

El proceso de evaluación de entornos habilitantes para la transferencia de tecnología en los sectores, energético, hídrico, agrícola y forestal, identificó varias barreras, que se detallan en la sección 5.2 de esta comunicación nacional. Por su peso en el proceso de la transferencia de tecnología se señalan a continuación las siguientes:

- Acceso limitado a fuentes de financiamiento internacional (incluye créditos bancarios y ayudas de organismos internacionales) para nuevas inversiones y acceso a suministradores para garantizar partes y piezas de repuesto, en particular aquellos dominados por los Estados Unidos de América, debido al bloqueo económico, comercial y financiero.
- Acceso limitado a tecnologías de punta, con una importante composición en materiales, software y patentes de los Estados Unidos de América.

En el caso de la preparación de la comunicación nacional se identificaron, entre otras, las siguientes barreras:

- Mecanismos burocráticos excesivos en los procesos de acceso y obtención del financiamiento internacional y luego durante la ejecución de ese financiamiento.
- Barreras para la adquisición de los softwares necesarios, en particular para los procesos de evaluación en la preparación de las comunicaciones nacionales y los altos costos de los mismos. Aquí también el ya mencionado bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos de América es, con mucho, la barrera principal.

- Las restricciones que imponen las agencias internacionales a las actividades habilitantes para la preparación de las comunicaciones nacionales, en cuanto a los montos aceptados para la adquisición de equipamiento, particularmente el necesario para la determinación de coeficientes de emisión, muy importantes para la preparación del inventario nacional de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero y la identificación y diseño de medidas de mitigación.

6.2 Vacíos importantes identificados

En particular, para la preparación del Inventario Nacional de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero y su actualización existen vacíos importantes como con:

- La falta de coeficientes de emisión propios.
- La no disponibilidad de datos en el país (o dificultades para su captación), que se arrastran de reportes previos y no pudieron resolverse en este reporte. Entre ellos está la captación de consumos de hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Aunque estos productos no se producen en el país, se estima se consumen determinadas cantidades, así como también los asociados a reductores utilizados en algunas producciones de metales.
- Dificultades para la estimación de algunas emisiones procedentes de los suelos agrícolas y para la obtención de información de calidad referente al consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados.
- Dificultades para la obtención de informaciones claves relacionadas con las emisiones de fuentes móviles.
- Falta de financiamiento que no permitió obtener y preparar la información referente al uso y cambio de uso de la tierra acorde a las nuevas categorías y formato establecidas en las IPCC - GPG 2003 y las IPCC 2006 GL, especialmente para plazos previos alejados del año en curso.

Los sistemas existentes para el monitoreo del clima y de la calidad del aire resultan insuficientes, aunque el Gobierno le dedica importantes recursos a pesar de las serias limitaciones que confronta la economía nacional. Por otra parte, resulta urgente poder contar con el monitoreo de los impactos del cambio climático.

Se confronta la escasez de bases de datos necesarias o con el grado de desagregación y calidad requeridas, para los procesos de evaluación de los impactos del cambio climático.

Se considera insuficiente el abordaje del tema de la influencia del cambio climático sobre los recursos pesqueros, incluidos el maricultivo y la acuicultura, y el tratamiento de la influencia del nivel del mar sobre los procesos de salinización, intrusión marina e impacto en las obras hidráulicas sobre bases experimentales. Tampoco es suficiente el tratamiento recibido a los impactos del cambio climático sobre el sector turístico.

En el caso de los estudios sobre mitigación del cambio climático, se identificaron dos cuestiones que requieren dedicar una atención especial en futuras comunicaciones nacionales. La primera está relacionada con los trabajos para la estimación de factores de emisión propios del país, a fin de incorporarlos a los estudios de mitigación; la segunda, vinculada con los estudios de costo-beneficio o de impacto de las opciones de mitigación, aspecto del cual adolecen la gran mayoría de las investigaciones realizadas y consultadas en este campo. En el caso del sector forestal, es necesario completar y precisar informaciones y coeficientes para la cuantificación más exacta del carbono retenido por los bosques. La escasez de bases de datos necesarias o con el grado de desagregación y calidad requeridas, es también un vacío importantísimo para los procesos de identificación y evaluación de las medidas de mitigación.

Por ser una temática solo esbozada someramente en esta Segunda Comunicación, se identificó como un vacío la necesidad de abordar a profundidad el tema de género y cambio climático en las condiciones particulares de Cuba. Documentos vinculantes aprobados por PNUD estimulan la incorporación de esta temática en las comunicaciones nacionales y alientan a dar un enfoque distintivo a la mujer y la niña, la anciana y la joven a la hora de trazar políticas nacionales con inclusión del cambio climático. Aunque los grandes avances del país en este sentido son ampliamente reconocidos, así como la existencia de principios que garantizan la protección de sectores vulnerables socialmente, aún es insuficiente su aplicación práctica; por tanto, se precisa difundir este reclamo a todas las esferas de la vida, con el objetivo de lograr una integración aún más plena de la mujer a la sociedad. De igual forma, debe potenciarse el enfoque generacional, sobre la base de las realidades socioculturales, sobre todo demográficas, presentes en el país, y sus proyecciones futuras.

6.3 Necesidades de financiación, tecnología y capacidad

En el periodo transcurrido desde la Primera Comunicación hasta esta Segunda, el Gobierno cubano ha continuado dedicando la máxima prioridad y notables recursos financieros para mantener los sistemas de observación existentes y la investigación científica, en particular aquella dedicada al cambio climático o relevante para el mismo, a pesar de las difíciles condiciones económicas atravesadas por el país y existentes en la actualidad. Esta falta de recursos es una limitante a la capacidad intelectual existente en el país, a fin de avanzar en los complejos estudios sobre el cambio climático. Las restricciones financieras son mucho mayores en el caso de los sistemas de observación y monitoreo, pues los recursos que se requieren son significativamente superiores.

A pesar de esos esfuerzos, los recursos financieros disponibles no facilitan el pleno desarrollo de las capacidades existentes y limitan notablemente el acceso a tecnologías novedosas. Por ello, se requieren recursos financieros de fuentes internacionales para:

- Continuar renovando el equipamiento necesario para mantener y ampliar los sistemas de observación sistemática.

- Introducir e implementar nuevas técnicas de medición y análisis de parámetros relativos a la composición química de la atmósfera.
- Adquirir el equipamiento para la toma de muestras y los análisis de laboratorio dirigido a la determinación de coeficientes de emisión de gases de efecto invernadero, propio de nuestras condiciones climáticas.
- Desarrollar las capacidades nacionales para acceder y utilizar efectivamente la información de los sistemas de vigilancia global, la cual es generada con soportes tecnológicos de última generación.
- Posibilitar la participación de Cuba en sistemas de observación global, que requieran de técnicas y métodos más avanzados.

Se necesitan recursos financieros de fuentes internacionales que aseguren el fortalecimiento institucional para el funcionamiento estable de los diferentes equipos de trabajo que elaboran la comunicación nacional y que conforman los diferentes componentes del trabajo en redes institucionales. Este apoyo financiero es imprescindible para asegurar la sostenibilidad de la preparación de las Comunicaciones Nacionales como un proceso ininterrumpido y poder afrontar el reto de los reportes bienales y de las comunicaciones nacionales con una periodicidad de cuatro años, de acuerdo a lo acordado por la Conferencia de las Partes de la Convención.

El apoyo financiero y técnico que permita fortalecer la cooperación Sur – Sur en el enfrentamiento al cambio climático y la preparación de las comunicaciones nacionales y los informes bienales, deberían ser un temas prioritario para las diferentes agencias internacionales y en el proceso de debate del llamado “Fondo Verde”.

Referencias

- Alvarez, A., A. Mercadet et al. (2011): El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. Instituto de investigaciones Agro-Forestales, Ministerio de Agricultura, la Habana, Cuba, 248 pp.
- AMA-CITMA-PNUMA (2009): GEO Cuba. Evaluación del Medioambiente cubano. [Fernández A. y R. Pérez (eds.)], La Habana, 293 pp.
- AMA-INSMET-GEF-PNUD (2013): CAMBIO CLIMÁTICO EN CUBA. Vulnerabilidad, Impacto y Adaptación. Multimedia, La Habana: Editorial AMA.
- Arrastía, M.A. y M.E. Limia (eds.) (2011): Energía y Cambio Climático. Editorial Academia, La Habana, Cuba, 247 pp.
- Bogner, J., R. Pipatti, S. Hashimoto, C. Díaz, K. Mareckova, I. Díaz, P. Kjeldsen, S. Monni, A. Faaij, Q. Gao, T. Zhang, M.A. Ahmed, R.T. Sutamihardja, and R. Gregory (2008): Mitigation on global greenhouse gas emission from waste: conclusions and strategies from the intergovernmental panel on climate change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). Waste Manag. Res. 26 (1):11-32.
- Centella, A., L. Naranjo, L. Paz, P. A. Cárdenas, A. Alfonso, M. Ballester, B. Lapinel, C. González, R. Pérez, M. Limia y H. Sosa (1997): Variaciones y Cambios del Clima en Cuba. Informe: Centro Nacional del Clima. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 55 pp.
- Centella A, A. Bezanilla and K. Leslie (2008): A Study of the Uncertainty in Future Caribbean Climate Using the PRECIS Regional Climate Model. Technical Report, Community Caribbean Climate Change Center, Belmopan, 16 pp.
- Centella, A., B. Lapinel, O. Solano, R. Vázquez, C. Fonseca, V. Cutié, R. Báez, S. González, J. Sille, P. Rosario y L. Duarte (2006): La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la República Dominicana. Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) en Cuba, 174 pp.
- CITMA (2010): Estrategia Ambiental Nacional (ciclo 2011 - 2015).
- CITMA (2012): Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo sostenible Rio+20. La Habana, 32 pp.
- CMNUCC (2002): Decisión 17/CP.8. Directrices para la Preparación de las Comunicaciones Nacionales de las Partes no Incluidas en el Anexo I de la Convención.
- CMNUCC (2004): Informando sobre Cambio Climático. Manual del Usuario para las Directrices sobre Comunicaciones Nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC. 33 pp.

CMNUCC (2007): Decisión 9/CP.13. Programa de trabajo de Nueva Delhi enmendado para la aplicación del artículo 6 de la Convención.

Curbelo, A., B. Garea, M.E. Montesino y D. González (2011). Evaluación de la capacidad nacional para la transferencia de tecnologías para el cambio climático en el sector de las energías renovables en Cuba. II Congreso sobre Cambio Climático. Memorias de la VIII Convención Internacional sobre medio Ambiente y Desarrollo. La Habana, Cuba.

EEA (2007): EMEP/ CORINAIR Emissions Inventory Guidebook – 2007, *Updated of the Third edition*, Technical Report No. 16. UNECE/EME Task Force on Emissions Inventories and Projections. European Environment Agency, Copenhagen.

Fernández, P. V. (2007): Determinación de factores de emisión de metano aplicados a la Fermentación Entérica y el Manejo del Estiércol del ganado vacuno. Informe Científico Técnico, Instituto de Meteorología. La Habana, 50 pp.

Furrazola, G.F. y K.E. Núñez (eds.) (1997): Estudios sobre geología de Cuba/compilación. Centro nacional de información geológica (CNDIG), Instituto de Geología y Paleontología, 509-527 pp.

García, J.M. (2009): “Sobre las medidas de adaptación de los recursos hídricos ante el impacto de los cambios climáticos”. Voluntad Hidráulica No. 102. ISSN.0505.9461.

Garea, B. y L. Fernández (2010): Ejemplo de Buenas Prácticas en evaluaciones ambientales integrales en América Latina y el Caribe. Trabajo para una orientación metodológica. PNUMA.

Garea, B., I. Relova, S. Orúe, y col. (2013): “Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático”. Informe final TNA Adaptación. La Habana: CITMA- CUBAENERGÍA.

Grupo Nacional de Cambio Climático (2001): *República de Cuba: Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. [Centella, A., L. Paz, C. López, J. Llanes, M. Limia (eds.)], La Habana, 169 pp.

González J., P. Pedro, y T. Benítez (2004) “Análisis del uso del carbón para la Generación de Electricidad. Resumen Ejecutivo”, La Habana, Cuba.

Guevara, A.V., E. Planos, L.R. Paz, A. Valdés y J. Llanes (2012): La Experiencia Cubana en la Evaluación de la Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación al Cambio Climático. In: Country papers: Preparation of National Communications from Non-Annex I Parties to the UNFCCC. A Compilation of Lessons Learned and Experiences from selected countries. CHAPTER III. Vulnerability & Adaptation Assessment, pp. 69-73. National Communication Support Programme (NCSP).

- Hernández, M. y O. Marzo (eds). (2011): “Estimación de las anomalías, tendencia y proyección durante el presente siglo, del nivel medio del mar en Cuba, y estimación de los períodos de retorno de los valores extremos del nivel del mar en Cuba a partir de mediciones de la Red Mareográfica Nacional”. Archivo Científico del Instituto de Oceanología. 75 pp.
- Hernández, M., J. F. Montalvo, J. L. Juanes, Y. Rodríguez y C. Martínez, (2013): Capítulo 5. Zonas costeras y recursos marinos en Instituto de Meteorología (2013): Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba, (eds.) Planos, E., R. Vega, y A. Guevara, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Editorial AMA, 430 pp.
- INRH (2006): “Nuevos logros en el estudio de la pluviosidad en Cuba: Mapa Isoyético para el periodo 1961-2000”. Voluntad Hidráulica No. 98. Año XLIV, ISSN0505-9461.
- INRH (2014): Plan Hidráulico Nacional, 2015 – 2020.
- Instituto de Geografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba. 300 pp.
- IPCC (1996): Climate Change 1995: The Science of Climate Change (eds.) Houghton J. T., Meira Filho L. G., Callander B. A., Harris M., Kattenburg A. and Maskell K. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 572 pp.
- IPCC (2000): Penman, J. *et al.*, (eds.) *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
- IPCC (2003): Penman, J. *et al.*, (eds). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry* (edited by J. Penman *et al*). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, 595 pp.
- IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volumes I, II, III, IV, V. IPCC – NGGIP, Japan.
- IPCC (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 992 pp.
- IPCC (2011): IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlomer, C. von Stechow (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1075 pp.
- IPCC-OECD-IEA (1997): Houghton J. T., *et al.*, (eds.). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volumes I, II, III.

Kruger, D. (2000): The Prominent Role of Methane in Addressing in Global Climate Change. USEPA, Methane Sequestration Branch. Washington D.C.

LEAP (2010): Long-range Energy Alternatives Planning System, "version 008"; Stockholm Environment Institute of Boston.

López C. (2011): Escenarios Combinados de Gestión Ambiental-Mitigación para la Proyección de las Emisiones de Metano Derivadas de los Desechos Sólidos Municipales en Cuba. La Habana, Cuba, 132 pp. <http://ncsp.undp.org/sites/default/files/>

López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso, A. Wallo, Antonio V. Guevara, M. E. García, D. Puente, D. Ramos, Ana M. García, B. R. Díaz, J. J. Alea, D. Pérez, I. López, A. Jam, A. Maestrey, J. Pena, M. O. Martínez. (1999): República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Año 1990. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología, - CC-TRAIN, La Habana, 401 pp. ISBN: 959-02-03-15-9.

López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso, A. Wallo, A. V. Guevara, A. León, M. E. García, L. López, E. Martínez, R. Batules, J. J. Alea, K. Socarrás, D. Pérez, I. López (2001): República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Año 1994. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología- GEF-UNDP, La Habana, 310 pp. ISBN: 959-02-0352-3.

López, C., P.V. Fernández, R. W. Manso A. Wallo, A.V. Guevara, A. León, M. E. García, E. Martínez, G. Legañoa, J.J. Alea, I. López, D. Pérez, J.M. Ameneiros, S.F. Pire (2002): República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Reporte para el Año 1996 y Actualización para los Años 1990 y 1994. CD-ROM Vol. 01. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana, 320 pp. ISBN: 959-02-0352-3.

López, C., P.V. Fernández, R. W. Manso, A. Wallo, A.V. Guevara, A. León, E. Martínez, L. López, N. Rodríguez, M. Skeen, J. Dávalos, M. E. García, J.J. Alea, I. López, D. Pérez, S.F. Pire, J.M. Ameneiros. (2003): Determinación de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero Durante el Año 1998 y Actualización para los Años 1990, 1994 y 1996. ITMA/AMA/Instituto de Meteorología, La Habana, 310 pp.

López, C., P.V. Fernández, R.W. Manso, A. Wallo, A. León, A.V. Guevara, C. González, S. Mesa, E. Martínez, N. Rodríguez, J. Dávalos, M.E. García, J.J. Alea, R. Biart, I. López, D. Pérez, H. Ricardo, S.F. Pire, A. Mercadet, A. Álvarez. (2004): Determinación de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero en Cuba Durante el Año 2000. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana, 320 pp.

López, C., P.V. Fernández, R.W. Manso, A. León, A.V. Guevara, C. González, S. Mesa, E. Martínez, N. Rodríguez, J. Dávalos, M.E. García, R. Biart, I. López, D. Pérez, H. Ricardo, S.F. Pire, J.M. Ameneiros, A. Mercadet, A. Álvarez (2005):

- Determinación de las Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero en Cuba Durante el Año 2002. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana, 320 pp.
- López, C., P.V. Fernández, R.W. Manso, A. Valdés, A. León, A.V. Guevara, C. González, M.E. García, G. Legañoa, T.M. González, J. Dávalos, R. Biart, I. López, D. Pérez, H. Ricardo, S.F. Pire, J.M. Ameneiros, A. Mercadet, A. Álvarez (2009a). República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero. Reporte Actualizado para el Período 1990 – 2002, CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana, 338 pp.
- López, C., P.V. Fernández, R.W. Manso, A. Valdés, A. León, A.V. Guevara, C. González, M.E. García, G. Legañoa, T.M. González, J. Dávalos, I. López, D. Pérez, H. Ricardo, S.F. Pire, J.M. Ameneiros, A. Mercadet, A. Álvarez (2009b). Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Preliminar para el Año 2004 y Actualización para el Período 1990 – 2002, CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana, 37 pp.
- Macroyecto (2007). *Proyecto Peligro y Vulnerabilidad por el Ascenso del Nivel del Mar, por el Cambio Climático para los años 2050 y 2100*. Agencia de medio Ambiente
- MINAG (2013): Dinámica forestal. Dirección Nacional Forestal. La Habana, Cuba.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2011): Autoevaluación nacional de las capacidades de gestión ambiental global en Cuba: Convención de Diversidad biológica, Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía y Convención de Cambio Climático. Informe Final, 82 pp.
- Mitrani I., R. Pérez, O. García, I. Salas, Y. Juantorena, M. Ballester y P. Beauballet, (2000): “Las zonas más expuestas a las inundaciones costeras en el territorio cubano y su sensibilidad al posible incremento del nivel medio del mar por cambio climático”. Revista Cubana de Meteorología, vol.7, no.1. 45-50 pp.
- Moreno, A., R. Pérez, O. García, M. Portela, I. Salas, I. Mitrani, R. Casals, A. Pérez, C. Rodríguez, J. Peguero, J. Llanes, M. Hernández, J. Cimanta, J.L. Batista, y M. A. Sánchez. (1998): Desarrollo de Técnicas de Predicción de las Inundaciones Costeras, Prevención y Reducción de su acción Destructiva. Proyecto Cuba/94/003, PNUD. Informe Final, La Habana, Cuba, 172 pp.
- Moreno, C., J. Montesinos, G. Leyva, A. Roque, R. Novo, A. Costa, C. Llanes, O. Herrera, A. Sarmiento, R. Pérez, M. Limia, A. Montesinos, M. Menéndez, (2007): Diez preguntas y respuestas sobre energía eólica. Editorial Cubasolar, La Habana, Cuba, 335 pp.
- Navarro, Y. (2008): Proyecto MDL Enervas. IX Seminario nacional de energía en apoyo a la toma de decisiones, 22-24/06/2008, La Habana, Cuba. www.cubanergia.cu/Seminario Nacional de Energía.

Olbrisch, S. (2013): Lessons Learned and Experiences from the Preparation of National Communications From Non-Annex I Parties to the UNFCCC. UNDP, UNEP, GEF, 64 p. In: <http://ncsp.undp.org/>.

OMM (2013): El estado del clima mundial 2001 – 2010. Un decenio de fenómenos climáticos extremos. Informe resumido. Organización Meteorológica Mundial, OMM-Nº 1119, 15 p.

ONE (2011): Anuario Estadístico de Cuba 2010.

ONEI (2013): Anuario Estadístico de Cuba 2012.

ONEI (2014a): Anuario Estadístico de Cuba 2013. 439 pp.

ONEI (2014b): Anuario Demográfico de Cuba 2013. 108 pp.

ONEI (2014c): Fuentes Renovables de Energía. Cuba 2013. 17 pp.

ONEI (2014d): Panorama Ambiental. Cuba 2013. 59 pp.

ONEI (2014e): Panorama Económico y Social. Cuba 2013. 53 pp.

Partido Comunista de Cuba (2011): Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. Editora Política, La Habana. Cuba.

Pérez R., C. Fonseca, B. Lapinel, C. González, E. Planos, V. Cutié, M. Ballester, M. Limia, y R. Vega, (2011): “Segunda evaluación de las Variaciones y tendencias del clima de Cuba”, en II Congreso Internacional de Cambio Climático de la VIII Convención Internacional de Medioambiente y Desarrollo. ISBN 978-959-300-018-5

Planos, E., R. Rivero, y A. Guevara, (eds.) (2013): Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología. Editorial AMA. La Habana, Cuba, 430 pp.

PNUD (2010): Manual para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático.

PNUMA - IIDS (2007): EAI. Manual de capacitación GEO para la realización de evaluaciones ambientales integrales y la elaboración de informes.

República de Cuba (1998): Ley No. 285: Ley forestal. Gaceta Oficial de la República de Cuba.

Rivero, O. (2013): La experiencia de Cuba frente al cambio climático. Tercer Seminario Internacional Impactos sociales y económicos del cambio climático. CEPAL. Santiago de Chile.

- Rivero, R.E., (2008): Workbook on Climate Change Impact Assessment in Agriculture. Basic, Methodologies and Tools. Caribbean Community Climate Change Centre & The Cuban Institute of Meteorology sponsored by The Commonwealth Secretariat, 148 pp.
- Rivero, R.E., Z.I. Rivero, A. Rodríguez, I. Arredondo, R.R. Rivero, A.M. Agramonte, M.A. Barbería y A. Villalón (2011): Estudio de Caso del Sur de La Habana: Informe Final Sector Agricultura de la Segunda Comunicación Nacional, Camagüey, 122 pp.
- Rodríguez, R. y M. Ballester (1985): Cronología de los “sures” que han afectado a la mitad occidental de Cuba desde la temporada de 1916-17 hasta la de 1977-78. Reporte de Investigación del Instituto de Meteorología No.10, Academia de Ciencias, 7 pp.
- Rodríguez, C., A. Pérez, A. Buquet, L. Favier, J. Mancebo, N. Díaz, T. Sandoval, E. Matos, et. al. (2005): Políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República de Cuba y la República Dominicana. Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) en Cuba, 2007, 172 pp.
- Rodríguez C., L. Favier, M. Abreu, y A. L. Pérez 2008: Estudio sobre peligros, vulnerabilidad y riesgo para el ordenamiento territorial y urbano en Cuba. Instituto de Planificación Física. La Habana. 99 p.
- Sokolov, A y T. Chapman (1981): Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos. Madrid, UNESCO. Instituto de Hidrología. Centro de Estudios Hidrológicos.
- Somoza, J., A. García, D. Pérez, I. López, J.F. Zúñiga, J. Llanes, y J. Torres (2002): “Escenarios para la Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Cuba”. Documento de Trabajo, INSMET, La Habana.
- Somoza, J., y P. Álvarez (2003): “Herramientas para la Formulación de Política Energética: el Análisis Prospectivo en la Construcción de Escenarios Energéticos y el Uso de Modelos para su Formalización”. Documento de Trabajo, INIE, La Habana.
- Somoza, J., J. A. Aguilar y W. Gómez (2010): “Demanda de energía, modelos, proyecciones y escenarios”. Cuba, investigación económica; año 15, número 1, enero-junio.
- Stege, G.A. (2009): Methane to Markets. Modelo Mexicano de Biogas – Versión 2. SCS Engineers, Guadalajara, Jalisco. 35 pp.
- Stern, N. (2006): “The Economics of Climate Change, The Stern Review”. Cambridge University Press.

Suárez Y., A. Curbelo, y O. Jiménez (2011): “Casos de estudios de proyectos programáticos del MDL en Cuba”. Grupo de Bioenergía de CUBAENERGIA. IX Convención de Medio Ambiente y Desarrollo y II Congreso de Cambio Climático.

UNFCCC (2008): Resource Guide for preparing the National Communications of Non Annex I Parties, Module 4: Measures to Mitigate Climate Change.

Valdés, A. (2009): Parámetros de emisiones de Rellenos Sanitarios Manuales. Multimedia, La Habana: Editorial AMA.

ANEXO 1 Índice de figuras y tablas

Figuras

Fig.	TITULO	Pág.
1.1	Entorno regional del archipiélago cubano	38
1.2	Tipos de clima en Cuba, clasificación climática de Köppen (modificada)	41
1.3	Mapa de peligro de inundaciones por intensas lluvias y ruptura de embalses por municipios	44
1.4	Grados de peligro ante los eventos de sequía agrícola por municipios	45
1.5	Estimación del grado de peligro por movimientos tectónicos por municipios	46
1.6	Mapa de la probabilidad (%) de afectación por al menos un huracán al año a Cuba (1799-2005)	47
1.7	Proyección de población cubana. Período 2010- 2030	49
1.8	Cobertura de agua potable y saneamiento de la población cubana. (2000-2012)	50
1.9	Variaciones del producto interno bruto. Precios constantes de 1997	54
1.10	Comportamiento del área cubierta de bosques	59
2.1	Estructura del Equipo Técnico de Gases de Invernadero	75
2.2	Composición del Equipo Técnico de Gases de Invernadero	75
2.3	Esquema con el flujo de datos, productos, y los pasos generales principales que se siguen en la preparación y reporte del inventario	76
2.4	Estimación de emisiones de CO ₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles utilizando los métodos Sectorial y de Referencia (método de control). Cuba, años pares del período 1990 - 2002	81
2.5	Comportamiento de las emisiones de CO ₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002	82
2.6	Comportamiento de las emisiones de CH ₄ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002	82
2.7	Comportamiento de las emisiones de N ₂ O por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002	83
2.8	Comportamiento de las emisiones de NO _x por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002	84
2.9	Comportamiento de las emisiones de CO por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002	84
2.10	Comportamiento de las emisiones de SO ₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002	85
2.11	Emisiones brutas agregadas anuales en equivalentes de CO ₂ (Gg CO ₂ eq) para los diferentes GEI. Cuba. Años pares del período 1990 - 2002	96

Fig.	TITULO (continuación)	Pág.
2.12	Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores en Gg de CO ₂ eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002	97
2.13	Emisiones y remociones netas agregadas anuales de GEI en Gg de CO ₂ eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002	99
2.14	Comparación entre las emisiones brutas y netas agregadas (Gg CO ₂ eq). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002	99
2.15	Emisiones per cápita anuales de CO ₂ (tCO ₂ /persona) y GEI (tCO ₂ eq/persona). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002	100
3.1	Temperatura media anual en Cuba y su tendencia	109
3.2	Temperatura mínima en Cuba y su tendencia	110
3.3	Anomalías estandarizadas de los totales anuales de lluvia en Cuba respecto al período 1971-2000	111
3.4	Anomalías estandarizadas de los totales de lluvia del período poco lluvioso en Cuba y valor de la mediana (línea roja) referido al período 1971-2000	112
3.5	Número anual de huracanes que han afectado a Cuba (1791-2008)	113
3.6	Inundaciones moderadas y fuertes provocadas por huracanes	113
3.7	Dominio de PRECIS fijado para la realización de los experimentos	114
3.8	Patrones de cambio de la temperatura media anual para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2R se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha	115
3.9	Patrones de cambio de la precipitación anual (%) para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2 se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha	115
3.10	Mapa de Precipitación Promedio Anual. Período 1961 – 2000. Fuente: Servicio Hidrológico Nacional, 2006	116
3.11	Proyección lineal del nivel medio del mar relativo	119
3.12	Mapa de afectaciones por el ascenso del nivel medio del mar en el año 2100. Inundaciones costeras debidas al ascenso del nivel del mar	120
3.13	Área de estudio y sectores involucrados	126
5.1	Componentes principales de la guía metodológica para la evaluación de la capacidad para la transferencia tecnología	160
5.2	Prioridades para el sector energético referido a la mitigación y adaptación al cambio climático	160
5.3	Principales barreras para el sector energético	162
5.4	Principales prioridades para el sector hídrico en correspondencia con los posibles impactos del cambio climático en Cuba	163
5.5	Principales barreras para el sector hídrico	164
5.6	Prioridades para el sector forestal referido a la mitigación y adaptación al cambio climático	165
5.7	Principales barreras para el sector forestal	165

Fig.	TITULO (continuación)	Pág.
5.8	Prioridades para el sector agrícola (riego y drenaje) referidas a la mitigación y adaptación al cambio climático	166
5.9	Principales barreras para el sector agrícola (riego y drenaje)	167
5.10	Interconexión de los análisis por preguntas claves y por sectores.	168
5.11	Red de estaciones meteorológicas del INSMET	170
5.12	Red de radares meteorológicos del INSMET	171
5.13	Red de torres meteorológicas de referencia	171
5.14	Red Mareográfica Nacional	174
5.15	Carteles por el Día Mundial del Medio Ambiente dedicados al cambio climático	189
5.16	Serie "Conozcamos el mar" (número 13)	190
5.17	Serie "Protege a tu familia de..." (números 5, 6 y 7)	190
5.18	Tabloides de los cursos sobre cambio climático	191
5.19	Informe Final Autoevaluación de las Capacidades de Gestión ambiental en Cuba	197

Tablas

Tabla	TITULO	Pág.
1.1	Normas jurídicas relevantes para el enfrentamiento al cambio climático en materia ambiental	53
1.2	Gastos para la protección del medio ambiente (en millones de pesos)	55
1.3	Emisiones de CO ₂ evitadas (2005-2007)	57
1.4	Indicadores seleccionados sobre suelo (Mha)	58
1.5	Desglose de la superficie del patrimonio forestal (Mha)	59
1.6	Variación de la superficie cubierta de bosques en el período 2000-2013	60
1.7	Indicadores socioeconómicos de significativa relevancia (años 2001 al 2013)	68
2.1	Emisiones brutas por gases (Gg). Cuba. Años pares 1990 – 2002	79
2.2	Emisiones brutas de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000	80
2.3	Emisiones brutas de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002	80
2.4	Emisiones netas por gases (Gg). Cuba, años pares 1990 – 2002	86
2.5	Emisiones netas de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000	86
2.6	Emisiones netas de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002	87
2.7	Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 1990	88
2.8	Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2000	90
2.9	Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2002	92
2.10	Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Años pares 1990 - 2002	94
2.11	Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores y total nacional en GgCO ₂ eq. Cuba. Años pares 1990 – 2002	96
2.12	Emisiones brutas agregadas anuales de GEI. Contribución en % de cada sector al total de CO ₂ eq del inventario. Cuba. Años pares 1990 – 2002	97

Tabla	TITULO (continuación)	Pág.
2.13	Emisiones brutas agregadas de GEI. Índice de evolución anual (año 1990=100). Cuba. Años pares 1990 – 2002	98
2.14	Incremento medio anual (IMA) de la biomasa seca para especies en condiciones naturales	100
2.15	Parámetros de emisión del metano, derivado de la fermentación entérica del ganado vacuno	100
2.16	Parámetros de emisión para los Rellenos Sanitarios Manuales (RSM) ubicados en las condiciones tropicales húmedas de Cuba	101
3.1	Balance hídrico anual del país. Línea base 1961 – 1990	117
3.2	Balance hídrico anual según: Modelo ECHAM4, Escenario SRES A2	117
3.3	Balance hídrico anual según: Modelo HadAM3P, Escenario SRES A2	118
3.4	Grado de vulnerabilidad de la diversidad biológica terrestre, marino y costera	120
3.5	Impactos principales del cambio climático en los bosques de Cuba (Planos et. al., 2013)	121
3.6	Impactos principales del cambio climático en las actividades agrícolas evaluadas (Planos et. al., 2013)	122
3.7	Impactos del cambio climático en los asentamiento humanos y el uso de la tierra (Planos et. al., 2013)	123
3.8	Principales impactos observados, asociados a las anomalías de la variabilidad y cambios en el clima de Cuba. Período 2000-2010. (Planos et. al., 2013)	124
3.9	Relación entre la presiones, el estado de algunos componentes del medio ambiente, las condiciones socio económicas, los impactos y las consecuencias para indicadores de la salud humana según proyección para el 2050	125
3.10	Opciones de adaptación en Cuba	127
4.1	Direcciones del desarrollo energético nacional	134
4.2	Potencial de mitigación de emisiones de GEI. Millones de tCO ₂ eq acumuladas en el 2050	139
4.3	Costos de las opciones “preferidas”	143
4.4	Proyectos listos para implementar el MDL	149
4.5	Resumen de las opciones de mitigación	152

ANEXO 2 Autores por capítulo

Capítulo 1. Circunstancias Nacionales

Autores coordinadores principales:

Omar Rivero (DMA), Ana Delia Boquet (IPF)

Autores contribuyentes:

Antonio Vladimir Guevara (INSMET), Gisel Pérez (INRH), Evelyn Martínez (ONEI), Miriam Limia (INSMET), Maria Hortensia García (MEP), Argelia Fernández (AMA), Roberto Pérez (AMA), Lorena Menéndez (INSMET), Yamila Navarro (MINEM), Barbara Garea (INSTEC), Ivón Diago (MINAG), Albina Maestrey (MINAG)

Capítulo 2. Inventario nacional de gases de efecto de invernadero

Autores coordinadores principales:

Carlos López (INSMET), Pedro Valentín Fernández (INSMET), Ricardo Manso (INSMET), Adriana Valdés (INSMET), Raidel Manrique (INSMET), Ernesto Carrillo (INSMET), Carlos Sosa (INSMET)

Autores contribuyentes:

Antonia León (INSMET), Antonio Vladimir Guevara (INSMET), Cecilia González (INSMET), María Eugenia García (ONEI), Guillermo Legañoa (ONEI), Tomás Mariano González (ONEI), Julio Dávalos (ONEI), Rafael Biart (CIMAB), Ileana López (CUBAENERGIA), David Pérez (CUBAENERGIA), Henry Ricardo Mora (CUBAENERGIA), Saturnino Pire (CUJAE), José María Ameneiros (CUJAE), Alicia Mercadet (INAF), Arnaldo Álvarez (INAF), Dagne Boudet (INSMET)

Capítulo 3. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático

Autores coordinadores principales:

Eduardo Planos (INSMET), Antonio Vladimir Guevara (INSMET), Roger E. Rivero (INSMET), Ramón Pérez (INSMET), Abel Centella (INSMET), Argelio Fernández (INRH), Marcelino Hernández (IDO), Avelino Suárez (IES), Aida Hernández (IDO), José Guzmán (IES), Alicia Mercadet (INAF), Aylin Villalón (IIT), Arnaldo Álvarez (INAF), Carlos Rodríguez (IPF), Antonio Pérez (IPK), Paulo Ortiz (INSMET)

Autores contribuyentes:

Omar Rivero (CITMA), Marilú Abreu (IPF), Cecilia Fonseca (INSMET), Braulio Lapinel (INSMET), Cecilia González (INSMET), Idelmis González (INSMET), Virgen Cutié (INSMET), Ida Mitrani (INSMET), Gisell Aguilar (INSMET), Mario Carnesoltas (INSMET), Maritza Ballester (INSMET), Miriam Limia (INSMET), Raimundo Vega (INSMET), Alejandro Vichot (INSMET), Oscar O. Díaz (INSMET), Alexis Pérez (INSMET), Raysel Cangas (INSMET), Lourdes Álvarez (INSMET), Alejandro Morales (ANC), Jorge Viamontes (ANC), Jarmila Pérez (ANC), Axel Hidalgo (INSMET), Ivette Hernández (INSMET), Evelio García (INSMET), Osvaldo Enrique

Pérez (INSMET), Arnoldo Bezanilla (INSMET), Jorge Mario García (INRH), José Montalvo (IDO), José Luis Juanes (IDO), Yancel Rodríguez (IDO), Carlos Martínez (IDO), Ariel Rodríguez (IES), Pedro Blanco (IES), Bárbara Sánchez (IES), Lourdes Rodríguez (IES), Leda Menéndez (IES), Lázaro Rodríguez (IES), Francisco Cejas (IES), Orlando Novua (IGT), Jacqueline Pérez (IES), Arturo Hernández (IES), Antonio López (MHN), Ana Martell (IES), Hermen Ferrás (IES), Mayra Camino (UH), Roberto Pons (IES), José Manuel de Miguel (IES), Pedro Alcolado (IDO), Darnelys Hernández-Muñoz (IDO), Hansel Caballero (ANC), Linnet Busuti (IDO), Susana Perera (IDO), Gema Hidalgo (IDO), Rafael Puga (CIP), Roberto Piñeiro (CIP), Lisset Susana Cobas (CIP), María Estela de León (CIP), Norberto Capetillo (CIP), Romina Alzugaray (CIP), Félix Moncada (CIP), Julia Azanza (CIM), Gonzalo Nodarse (CIP), Yosvani Medina (CIP), Yanet Forneiro (ENFF), Beatriz Martínez (CIP), Sergio Lorenzo (IDO), Macario Esquivel (IDO), Roberto Guerra (IDO), Magalys Sosa (IDO), Sandra Loza (IDO), Margarita Lugioyo (IDO), Elía Linares (MINAG), Orlidia Hechavarría (INAF), Juan Montalvo (INAF), Osiris Ortiz (INAF), Elsa Cordero (INAF), Magyuri Ávila (INAF), Haylet Cruz (INAF), Iviane Vila (INAF), Liliana Caballero (INAF), Arlety Ajete (INAF), Yunior Álvarez (INAF), Lourdes Gómez (INAF), Fernando Jiménez (GEAM), Humberto Hernández (EFIM), Vicente Cárdenas (EFIM), Andrés Hernández (INAF), Mario Céspedes (EFIVC), Edwin Oramas (EFIVC), Giraldo Fagundo (EFIVG), Mario Riverol (IS), Felicita González (IIA), Francisco Soto (INCA), Juan Castillo (INCA), Yusley Contreras (IIG), Telce González (IIG), Ricardo Canet (IIG), Vladimir Andino (IIT), Andino Ruibal (IIT), Ana Yansy Cuellar (INSMET), María Barbería (IIG), María Tamara Cruz (IIP), Roberto Sosa (IIP), Ramón Chao (IIP), Carlos Abeledo (IIP), Francisco Diéguez (IIP), Aristides García (IIP), Elizabet Cruz (IIP), Yaser Díaz (IIP), Roger R. Rivero (INSMET), Albert Rodríguez (INSMET), Zoltan Rivero (INSMET), Ana Delia Boquet (IPF), Lucía Favier (IPF), Fara Carreras (IPF), Armando Muñoz (IPF), Alina Rivero (INSMET), Alina Pérez (UNVLA), Juan Ramón Cangas (UNVLA)

Capítulo 4. Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático

Autores coordinadores principales:

Juan Llanes (CIM), José Somoza (CIM), Yusimit Betancourt (CIM), Belkis Soler (CUBAENERGIA), Juan Zúñiga (CUBAENERGIA), Martha Amarales (CIMAB), Alicia Mercadet (INAF), Arnaldo Álvarez (INAF), Mercedes Marrero (UMCC), Mario Riverol (IS), Francisco Martínez (IS), Francisco Cruz (IIGranos), Pedro Valentín Fernández (INSMET), Carlos López (INSMET)

Autores contribuyentes:

Ilse Berdellans (CUBAENERGIA), Ileana López (CUBAENERGIA), David Pérez (CUBAENERGIA), José Villarroel (CIMAB), Osiris Ortiz (INAF), Arlety Ajete (INAF), Leufrido Yero (INAF), Elsa Cordero (INAF), Juana Teresa Suárez (INAF), Wofhan A. Richelme (IS), Raúl Rangel (IGT), Hakna Ferro (IES), Adriana Valdés (INSMET), Maritza Petersson (UMCC), Ramón Pichs (CIEM), José Febles (CIM), Alfredo Curbelo (CUBAENERGIA), Bárbara Garea (InSTEC), Yamila Navarro (MINBAS), Danna Carreras (MINEM), Lázaro Valentín Rabelo (UNE), Tomás Mariano González (ONEI), Isis Zulueta (INAF), Yolanis Rodríguez (INAF), Ivonne Diago (INAF), Juan Manuel García (INAF), Águedo Cárdenas (INAF), Rolando Padrón (INAF), Ramón Chao (IIP), María Tamara Cruz (IIP), Roberto Sosa (IIP),

Yasser Miguel Díaz (IIP), Iván Relova (CUBAENEGIA), Wenceslao Carrera (CUBAENEGIA)

Capítulo 5. Otra información pertinente para el logro del objetivo de la Convención

Autores coordinadores principales:

Luis Raúl Paz (INSMET), Barbara Garea (InSTEC)

Autores contribuyentes:

Arnaldo Álvarez (INAF) Azalia Arias (ACNU), Ricardo Bérriz (CEDEL), Laura Castro (CNAP), Lidice Castro (CITMA), Greco Cid (IAgric), Alfredo Curbelo (CUBAENERGIA), Argelio Fernández (INRH), Maritza González (AMA), Zarahí González (InSTEC), Marcelino Hernández (IDO), Santiago Jova (MES), Orlando Laíz (INRH), Ivan Relova (CUBAENERGIA), Roger E. Rivero (INSMET), Daniel Rodríguez (InSTEC), Hilda Ruiz (MES), Mariana Saker (CITMA), Orestes Valdés (MINED), René Páez (CITMA), Tania Pérez (CITMA), Lisney LaO (CITMA)

Capítulo 6. Obstáculos, carencias y necesidades conexas de financiación, tecnología y capacidad

Autores coordinadores principales:

Antonio Vladimir Guevara (INSMET), Luis Raúl Paz (INSMET)

Autores contribuyentes:

Marcelino Hernández (IDO), Juan Llanes (CIM), Paulo Ortiz (INSMET), José Somoza (CIM), Adriana Valdés (INSMET), Yusimit Betancourt (CIM)

ANEXO 3 Organismos, instituciones y organizaciones que han colaborado en el proceso de la Comunicación Nacional

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

Agencia de Medio Ambiente; Instituto de Meteorología; Instituto de Oceanología; Instituto de Geografía Tropical; Instituto de Ecología y Sistemática; Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía; Centro de Investigaciones de la Economía Mundial; Acuario Nacional de Cuba; Museo de Historia Natural; Dirección de Medio Ambiente; Dirección de Información y Comunicación Social; Centro de Desarrollo Local y Comunitario.

Ministerio de la Agricultura

Dirección de Ciencia y Técnica; Dirección Nacional Forestal; Instituto de Investigaciones e Ingeniería Agrícola; Instituto de Investigaciones Agro-Forestales; Empresa Nacional de Flora y Fauna; Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña; Empresa Forestal Integral de Mayabeque; Empresa Forestal Integral de Villa Clara; Empresa Forestal Integral “Victoria de Girón”; Instituto de Suelos; Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; Instituto de Investigaciones de Granos; Instituto de Investigaciones del Tabaco; Instituto de Investigaciones Porcinas.

Ministerio de Educación Superior

Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas; Universidad de La Habana; Centro de Investigaciones Marinas; Dirección de Ciencia y Técnica; Dirección de Formación de Profesionales.

Ministerio de Salud Pública

Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kouri”; Unidad Nacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial.

Ministerio de Educación

Dirección de Ciencia y Técnica.

Ministerio de Economía y Planificación

Ministerio de Energía y Minas

Ministerio de Comercio Exterior y la Colaboración Extranjera

Ministerio de Turismo

Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil

Oficina Nacional de Estadística e Información

Instituto de Planificación Física

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos; Dirección de Cuencas Hidrográficas.

Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (CUBASOLAR)

Asociación Cubana de las Naciones Unidas (ACNU)

Sociedad Meteorológica de Cuba (SOMETCUBA)

ANEXO 4 Siglas y acrónimos, símbolos químicos, unidades de medida

SIGLAS Y ACRONIMOS	
ACNU	Asociación Cubana de las Naciones Unidas
AMA	Agencia de Medio Ambiente (CITMA)
ANC	Acuario Nacional de Cuba (CITMA)
CATHALAC	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
CCCCC	Centro de Cambio Climático de la Comunidad del Caribe
CEDEL	Centro de Desarrollo Local y Comunitario
CIDA	Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional
CIEM	Centro de Investigaciones de la Economía Mundial
CIM	Centro de Investigaciones Marinas (UH)
CIMAB	Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (MITRANS)
CIP	Centro de Investigaciones Pesqueras
CIPRO	Centro de Ingeniería de Procesos (ISPJAE)
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
CLAMED	Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CNUDS	Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía
CoP	Conferencia de las Partes (CMNUCC)
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano
CUBAENERGIA	Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CITMA)
CUBASOLAR	Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental
DHA	Desarrollo Humano Alto
DRI	Dirección de Relaciones Internacionales (CITMA)
DSM	Desechos Sólidos Municipales
ECIT	Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológica
EDA	Enfermedades diarreicas agudas
EFIM	Empresa Forestal Integral Mayabeque
EFIVC	Empresa Forestal Integral Villa Clara
EFIVG	Empresa Forestal Integral Victoria de Girón
ENFF	Empresa Nacional de Flora y Fauna
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, en inglés)
FRE	Fuentes Renovables de Energía
GE	Grupos electrógenos
GEAM	Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (MINAG)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HFCs	Hidrofluorocarbonos
IACC	Instituto de Aeronáutica Civil de Cuba
IAgric	Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (MINAG)

SIGLAS Y ACRONIMOS (continuación)

ICRT	Instituto Cubano de Radio y Televisión
IDO	Instituto de Oceanología (CITMA)
IES	Instituto de Ecología y Sistemática (CITMA)
IIGranos	Instituto de Investigaciones de Granos
IIP	Instituto de Investigaciones Porcinas (MINAG)
IIT	Instituto de Investigaciones del Tabaco (MINAG)
INAF	Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, (MINAG)
INCA	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
INSMET	Instituto de Meteorología (CITMA)
INTEC	Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (MES)
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
IPCC 1996	Guías Revisadas del IPCC para inventarios nacionales de GEI
IPCC 2006	Nuevas guías para los inventarios nacionales de GEI
IPCC-GPG 2000	Guías sobre Buenas Prácticas en los Inventarios de GEI
IPCC-GPG	Guías en Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de
LULUCF 2003	Uso de la Tierra y Silvicultura
IPF	Instituto de Planificación Física
IPK	Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí (MINSAP)
IRA	Infecciones respiratorias agudas
IS	Instituto de Suelos
ISPJAE	Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (MES)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MES	Ministerio de Educación Superior
MINAG	Ministerio de la Agricultura
MINBAS	Ministerio de la Industria Básica (actual MINEM)
MINCEX	Ministerio de Comercio Exterior y la Colaboración Extranjera
MINED	Ministerio de Educación
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MINTUR	Ministerio de Turismo
MINSAP	Ministerio de Salud Pública
MNHN	Museo Nacional de Historia Natural (CITMA)
NAI	Partes No Anexo I de la CMNUCC
NAMAs	Acciones de Mitigación Apropriadas al País
OACE	Organismo de la Administración Central del Estado
ONEI	Oficina Nacional de Estadística e Información
PAURA	Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (INRH)
PCHE	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PCN	Primera Comunicación Nacional
PFCs	Perfluorocarbonos
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PVR	Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo
RACC	Red Agraria de Cambio Climático (coordinada por MINAG)
REDCAL	Red de Calidad de las Aguas (INRH)
REDFA	Red Cubana de Formación Ambiental

SIGLAS Y ACRONIMOS (continuación)

REDJA	Red Juvenil Ambiental de Cuba
REDMA	Red de Medio Ambiente (MES)
RIOCC	Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático
SAH	Sistema de Asentamientos Humanos
SCN	Segunda Comunicación Nacional
SDDS	Sitios de Disposición de Desechos Sólidos
SOMETCUBA	Sociedad Meteorológica de Cuba
U	Unidad
UH	Universidad de La Habana
UM	Unidad de medida
UMCC	Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos
UNE	Unión Nacional Eléctrica
USD	Dólar estadounidense

SIMBOLOS QUIMICOS

C	Carbono
C ₂ F ₆	Hexafluoroetano
CF ₄	Tetrafluorometano
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
HFC-23	Fluoroformo
HFC-134	Tetrafluoroetano
N ₂ O	Óxido nitroso
NO _x	Óxidos de nitrógeno
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SO ₂	Dióxido de azufre

UNIDADES DE MEDIDA

°C	grado Celsius
cm	centímetro
g	gramo
Gg	gigagramo = 10^9 gramos
GgCO ₂	gigagramo de dióxido de carbono
GgCO ₂ eq	gigagramo de dióxido de carbono equivalente
GJ	gigajoule
GWh	gigawatt hora
h	hora
ha	hectárea
hab	habitante
hm ³	hectómetro cubico
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
km ³	kilómetro cúbico
kW	kilowatt
kWh	kilowatt hora
l	litro
m	metro
m ³	metro cúbico
mm	milímetro
Mha	miles de hectáreas
Mt	miles de toneladas
MMtep	millones de toneladas equivalente de petróleo
Mtep	miles de toneladas equivalente de petróleo
MW	megawatt
MW.h	megawatt hora
t	tonelada = 10^6 gramos
tCO ₂	tonelada de dióxido de carbono
tCO ₂ eq	tonelada de dióxido de carbono equivalente
tep	tonelada equivalente de petróleo
tms	tonelada de materia seca
Tg	teragramo = 10^{12} gramos