

República de Cuba

Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

La Habana, 2015

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Executive Summary | 5 |
| Resumen Ejecutivo | 18 |
| Introducción general..... | 31 |
| CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales..... | 37 |
| 1.1 Introducción..... | 37 |
| 1.2 Caracterización geográfica del archipiélago cubano..... | 38 |
| 1.3 Condiciones climáticas generales..... | 39 |
| 1.4 Principales peligros de origen natural, riesgos y desastres | 42 |
| 1.5 Población, salud y educación..... | 48 |
| 1.6 Marco jurídico e institucional..... | 52 |
| 1.7 La economía cubana..... | 53 |
| 1.8 Energía | 56 |
| 1.8.1 Fuentes de energía | 56 |
| 1.8.2 La estrategia energética cubana | 57 |
| 1.9 Agricultura, Uso del Suelo y Silvicultura..... | 57 |
| 1.9.1 Agricultura | 57 |
| 1.9.2 Uso del suelo..... | 58 |
| 1.9.3 Silvicultura | 59 |
| 1.10 Recursos hídricos | 60 |
| 1.11 Diversidad biológica..... | 61 |
| 1.12 Estado del medio ambiente | 63 |
| 1.12.1 Degradación de los suelos..... | 63 |
| 1.12.2 Afectaciones a la cobertura forestal..... | 64 |
| 1.12.3 Contaminación | 64 |
| 1.12.4 Pérdida de la diversidad biológica | 65 |
| 1.12.5 Disponibilidad real de agua..... | 65 |
| 1.13 Arreglos institucionales | 66 |
| 1.14 Indicadores socioeconómicos de significativa relevancia | 67 |
| CAPÍTULO 2. Inventario nacional de gases de efecto invernadero..... | 70 |
| 2.1 Panorámica del inventario..... | 70 |
| 2.1.1 Metodologías utilizadas | 71 |
| 2.1.2 Métodos utilizados..... | 72 |
| 2.1.3 Estructura del reporte | 72 |
| 2.1.4 Gases de Invernadero abordados en el Inventario..... | 73 |
| 2.1.5 Datos de Actividad y Parámetros de Emisión Utilizados | 73 |
| 2.1.6 Preparación del inventario..... | 74 |
| 2.1.7 Consistencia del Inventario | 76 |
| 2.1.8 Identificación de las Categorías Principales o Claves | 77 |
| 2.1.9 Evaluación de Calidad e Incertidumbres | 78 |
| 2.2 Resumen de las emisiones y remociones por gases y sectores..... | 79 |
| 2.2.1 Emisiones Brutas..... | 79 |
| 2.2.2 Emisiones Netas..... | 85 |
| 2.2.3 Reporte del Inventario | 87 |
| 2.3 Resumen de las emisiones agregadas por gases y sectores | 96 |
| 2.3.1 Emisiones Brutas Agregadas en Equivalentes de CO ₂ | 96 |
| 2.3.2 Emisiones Netas Agregadas en Equivalentes de CO ₂ | 98 |
| 2.4 Emisiones per cápita de CO ₂ y GEI | 99 |
| 2.5 Mejoras en el reporte del inventario | 100 |

| | |
|--|-----|
| CAPÍTULO 3. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático | 104 |
| 3.1 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático | 104 |
| 3.2 Vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático | 108 |
| 3.3 Variaciones y Cambios del Clima en Cuba | 109 |
| 3.4 Proyecciones del clima para los años 2050 y 2100 | 113 |
| 3.5 Impactos del Cambio Climático | 116 |
| 3.5.1 Recursos hídricos..... | 116 |
| 3.5.2 Zonas costeras y recursos marinos..... | 118 |
| 3.5.3 Diversidad biológica | 120 |
| 3.5.4 Bosques | 121 |
| 3.5.5 Agricultura | 122 |
| 3.5.6 Asentamientos humanos y usos de la tierra..... | 122 |
| 3.5.7 Salud humana | 123 |
| 3.5.8 Evaluación integrada de impactos del cambio climático..... | 126 |
| 3.6 La adaptación..... | 126 |
| CAPÍTULO 4. Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático | 134 |
| 4.1 Introducción..... | 134 |
| 4.2 Eficiencia y uso racional de la energía | 135 |
| 4.3 Escenarios de mitigación de las emisiones de GEI..... | 138 |
| 4.4 Opciones de mitigación..... | 143 |
| 4.4.1 Sector residencial..... | 143 |
| 4.4.2 Sector generación de energía eléctrica..... | 144 |
| 4.4.3 Sector transporte..... | 146 |
| 4.4.4 Sector industrial y agropecuario | 147 |
| 4.4.5 Sector forestal | 148 |
| 4.4.6 Sector desechos..... | 149 |
| 4.5 Resultados del Mecanismo de Desarrollo Limpio | 149 |
| 4.6 Acciones de mitigación realizadas por comunidades de base | 150 |
| 4.7 Consideraciones finales | 150 |
| CAPÍTULO 5. Otra información pertinente para el logro del objetivo de la convención | 154 |
| 5.1 Políticas estrategias y programas | 155 |
| 5.1.1 La Estrategia Ambiental Nacional y el cambio climático | 155 |
| 5.1.2 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático | 155 |
| 5.1.3 El cambio climático en el contexto de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución | 156 |
| 5.2 Transferencia de tecnología..... | 158 |
| 5.2.1 Introducción | 158 |
| 5.2.2 Sector energético..... | 161 |
| 5.2.3 Sector hídrico..... | 163 |
| 5.2.4 Sector forestal..... | 164 |
| 5.2.5 Sector agrícola..... | 166 |
| 5.2.6 Conclusiones | 168 |
| 5.3 Observación sistemática e investigación | 169 |
| 5.3.1 Observación sistemática | 170 |
| 5.3.2 Investigación | 179 |
| 5.4 Educación y sensibilización pública | 182 |
| 5.4.1 El cambio climático en el contexto de la educación ambiental..... | 182 |

| | |
|--|-----|
| 5.4.2 Participación de la sociedad civil | 185 |
| 5.4.3 La formación de los profesionales en Cuba y el cambio climático | 186 |
| 5.4.4 Actividades de sensibilización pública | 189 |
| 5.4.5 Los medios masivos de comunicación y el cambio climático..... | 190 |
| 5.4.6 Producción audiovisual vinculada al cambio climático | 192 |
| 5.4.7 Programa de educación, comunicación y sensibilización | 193 |
| 5.5 Fomento de la capacidad | 193 |
| 5.5.1 Talleres de capacitación | 193 |
| 5.5.2 Proyectos para el fomento de capacidades con apoyo internacional | 195 |
| 5.5.3 Cooperación Sur-Sur | 197 |
| 5.6 Información y trabajo en redes..... | 199 |
| 5.6.1 Información | 199 |
| 5.6.2 Trabajo en redes..... | 201 |
| CAPÍTULO 6. Obstáculos, carencias y necesidades conexas de financiación, tecnología y capacidad..... | 204 |
| 6.1 Barreras | 204 |
| 6.2 Vacíos importantes identificados..... | 205 |
| 6.3 Necesidades de financiación, tecnología y capacidad | 206 |
| Referencias | 208 |
| ANEXOS | 216 |
| ANEXO 1 Índice de figuras y tablas | 217 |
| ANEXO 2 Autores por capítulo..... | 221 |
| ANEXO 3 Organismos, instituciones y organizaciones que han colaborado en el proceso de la Comunicación Nacional | 224 |
| ANEXO 4 Siglas y acrónimos, símbolos químicos, unidades de medida | 225 |

Executive Summary

Introduction

After having published the First National Communication in 2001, the Republic of Cuba now submits its Second National Communication (SNC) to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). The document was developed under the auspices of the GEF/UNDP project "Enabling activities for preparing the Second National Communication of Cuba under United Nations Framework Convention on Climate Change". As a national party, the Institute of Meteorology (INSMET) directly coordinated its main activities. The SNC was developed under the guidelines of the Convention adopted by the Conference of the Parties in its 8th meeting, by decision 17/CP.8. The application of the corresponding User Manual (CMNUCC, 2004) was essential to ensure the effective and efficient use of the Guidelines at the time of preparing the report.

The burden of adaptation to climate change is again significant in the report. In turn, new elements for mitigation are incorporated in different socio-economic sectors of national interest, including the formulation of scenarios and their economic assessment. Other key aspects, such as technology transfer, communication and environmental education, systematic observation and scientific research, capacity building and South-South cooperation, public information and networking are widely represented in this edition. The greenhouse gases (GHG) inventory collected the emissions and gas absorptions registered in 2000 and 2002, along with updating every even year from 1990 to 2002 as well as from all the period. It incorporated data from specific activities in the country and also allowed to cover the determining emission factors for tropical island conditions such as that of Cuba.

The completion of the Second National Communication closes a cycle, which started in 2008, with a definitely positive balance. It ratifies the high priority, sensitivity and commitment of the Cuban State to the problem of climate change, where the political will to deal with it is manifested and safeguarded under any circumstances.

National circumstances

The chapter provides a general characterization of the Cuban archipelago, highlighting its structure and current economic conditions, the status of the national environment and the situation of its main natural resources. It provides specific information to understand the country's vulnerability to the adverse effects of climate change, and at the same time, its capabilities and limitations to adapt to related impacts.

The Cuban archipelago is formed by the island of Cuba, the Isle of Youth and more than 1600 islands, islets and cays, which together cover a surface area of 110,922 km². From a political-administrative viewpoint, the country is divided into 15 provinces and 168 municipalities, including the special municipality of the Isle of Youth.

Most of the territory of Cuba has a tropical climate with a rainy season in summer (Aw, according to Köppen climate classification). The average annual temperature ranges from 24°C till 26°C and higher in the lowlands and on the eastern coast, with temperatures lower than 20°C in the highest parts of the Sierra Maestra. Despite its tropical condition, some seasonal characteristics are present in its thermal regime, with two well-known seasons: summer (rainy season) from May to October, being July and August the warmest months; and winter (less rainy season) from November to April, being January and February the coldest months. The national average rain record is 1 335 mm; however, drought events recurrently occur, the duration of which can persist for several years. Tropical cyclones and severe local storms (tornadoes, hailstorms, waterspouts and linear winds exceeding 90

km/h) are meteorological phenomena posing the highest hazard which are responsible for some of the extreme climatic conditions observed.

Cuba has incorporated disaster risk reduction to its governmental structures through a Civil Defence system, with national and supra-institutional scope, and a structure according to the political-administrative division of the country. This system is responsible for addressing all the territorial issues on response strategies, contingency plans and protection of both the population and the economic, social and environmental assets. The main natural hazards identified are the following:

- Hydrometeorological extreme events
- Severe drought
- Fire in rural areas
- Earthquakes and tsunamis

In 2013, the Cuban population reached 11,210,064 inhabitants, with a demographic density of 102.0 inhabitants / km². Of these, 76.8% lived in urban areas. Likewise, in 2013, the total fertility rate dropped to 1.73, below the replacement level; together with a reduction in overall mortality, with a rate of about 8.3 per thousand; and infant mortality (5.5 per thousand live births), with a consequent increase in life expectancy (78 years). Thus, compared to 2002, the population aged 0 to 14 years decreased in 3.6%; the corresponding to 15-59 years remained stagnated; and the population with more than 60 years grew (representing 18.7% of the total population at the end of 2013). The above-mentioned facts place the country among the ones with an elderly population in Latin America and the Caribbean (ONEI, 2014b).

By the end of 2013, the Cuban economy reached 4.6% growth in its Gross Domestic Product (GDP), making its way in the middle of a sharpening global economic crisis. This global behaviour is the result of its economic policy since 2005, with obvious results in implementing a number of programs in the energy field; and expanding the investment process in strategic programs and consumption. Important decisions taken in the organization of agriculture, particularly in food production, in the recovery of tourism and the rearrangement of transport are to be highlighted.

In 2013 the total expenditure of the state budget decreased by 3% compared to the previous year. Of the total expenditure of the state budget, 14.9% was allocated to health, 11.1% to social security and 17.4% to Education. Total net revenues decreased by 4.8% for a negative fiscal balance of 4513.5 million Cuban pesos, accounting for 4.8% of GDP - at current prices – which forces both to intensify revenue collection and to reduce spending to keep the deficit within acceptable limits. The country ranks among those with high human development (HHD), holding the 44th place, according to the UNDP "Human Development Report 2014".

National Inventory of Greenhouse Gases

Emissions and removals of greenhouse gases in the country for 1990-2002 are presented, in addition to an integrated assessment for the same period, with an update and improvement of the previous reports for the following years: 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 and 2002. The Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, (IPCC-OECD-IEA, 1997) and the IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2000) were mainly used as basis to elaborate the report. Other documents were partially used, as the Good Practice Guidance for Land

Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC, 2003) and the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2006).

For each one of the source categories addressed in the inventory, the best estimation methods were applied using data available in the country. In general, they may be subdivided into two groups:

- Level 1 Methods, where country data and default factors from IPCC Guidelines or other acknowledged methodologies were used.
- Level 2 Methods, usually based on models developed from country data in addition to factors calculated from national data and research results. These methods were mainly used in key inventory categories.

In the inventory, there are six major categories of sources / sinks to report emissions. Likewise, these major categories, specified here below, are modules in the referred report.

- Energy
- Industrial processes
- Solvent and other product use
- Agriculture
- Forestry and Land Use Change
- Waste

Based on different criteria, atmospheric gases causing the most negative effect on climate were selected and subdivided into:

- Direct Greenhouse Gases: carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulphur hexafluoride (SF₆).
- Other Gases of Radiative and Photochemical Importance (indirect greenhouse gases) such as Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Oxides (NO_x), volatile organic compounds other than methane (NMVOCs) and sulphur dioxide (SO₂).

The activity data used to estimate emissions was the available in the country, gathered by different sources, mainly from the National Statistics Office (NSO). With regard to the emission parameters, those basically provided by the IPCC Guidelines in its different versions were considered, especially the most updated ones - IPCC 2006 GL (IPCC, 2006), and also the EMEP/CORINAIR methodology (EEA, 2007). In addition, in some categories the emission parameters used were calculated for the conditions and circumstances in the country. All estimates are reported in Gigagrams (Gg) of the contaminant.

For direct GHG, significant results were obtained, as gross emissions of CO₂. In 2002, these were 26.6% lower than in the base year (1990); and N₂O emissions were 52.6% lower. By contrast, gross CH₄ emissions were 14.3% higher in 2002 than in 1990. Another significant issue was the growth of biomass in forests as sinks in 2002, which significantly exceeds the emissions produced by them as a result of wood removals and other causes. In 2000, the gross total aggregate emissions was 37 737.02 Gg equivalent carbon dioxide (GgCO₂eq), and 36 340.32 GgCO₂eq in 2002 i.e. 23.8% lower than in 1990, when 47 671.56 GgCO₂eq were emitted.

As an important fact in the SNC context, new emission parameters were obtained in three selected inventory categories, namely:

- Parameters for CH₄ emissions, resulting from enteric fermentation in cattle; Agricultural sector;
- Parameters for carbon emission / removal for changes in forests and other biomass reservoirs, sector Forestry and Land Use and Change;
- CH₄ emission parameters for manual sanitary landfills, in the waste sector.

Programmes with measures to facilitate adequate adaptation to climate change

There is a large group of national programs, by branches, that contribute to climate change adaptation. The most important are: National Forest Programme, Programme for Water Saving and its Rational Use, Soil Preservation and Improvement Program, Program to combat Desertification and Drought (based on Sustainable Land Management), Vector Borne Disease Control Programme, including invasive alien species, among others.

Furthermore, and with the same purpose, a number of projects are being developed in the environmental field with international funding, including: Environmental Basis for Local Food Sustainability - BASAL (COSUDE, UNDP, European Union); Sabana Camagüey Ecosystem (GEF, UNDP); Sustainable Land Management (GEF, UNDP, FAO, UNEP); Prevention, Management and Control of Exotic Species (GEF / FMAM, UNDP); Conservation of Threatened Mountain Ecosystems (GEF, UNDP).

Within the framework of the draft of the Second National Communication, vulnerability studies, as well as impact and adaptation to climate change mainly dealt with the following issues: (a) variations and changes in climate in the country, (b) climate scenarios for 2050 and 2100, (c) water resources (d) coastal and marine resources, (e) biological diversity, (f) forests, (g) agriculture, (h) human settlements and land uses, and (i) human health. Furthermore, a case study related to the integrated analysis of the impact of climate change and adaptation measures in a selected area in the south western area was developed. The evaluations were performed by a work team made up by experts from institutions responsible for these activities in the country. The results were endorsed by the technical and scientific committee existing for such purposes in each institution.

The studies followed a methodology summarized in the following steps:

- Determination of physical, social and economic vulnerability, based on studies of hazard, vulnerability and risk (HVR);
- Recognition and demonstration of the variations and changes in weather for two climatic baselines (1961-1990 and 1961-2010);
- Estimation of the future climate, including the assessment of uncertainties, using global and regional climate models; and downscaling.
- Recognition and demonstration of the variations and changes in ecosystems and selected socio-economic sectors, in the reference baselines.
- Estimation and description of the variations and changes that might occur in selected ecosystems and socio-economic sectors for each evaluated climate change scenario.

- Preparation of proposals for adaptation measures in ecosystems and selected socio-economic sectors.

The behaviour of the regional atmospheric circulation and the factors modifying it were observed, i.e. (El Niño-Southern Oscillation, the sea surface temperature in the North Atlantic Ocean), cold fronts; the surface air temperature; precipitation; drought processes and specific weather events such as hurricanes, severe local storms and coastal flooding. Visual observations evidence that the country's climate has been changing, as it is proved by the increase in:

- The surface air temperature by 0.9°C; caused by the increase of the average minimum temperature at 1.9 °C, resulting in a decrease in the daily temperature range;
- The frequency of long and severe droughts, especially in summer;
- Rainfall in the less rainy season, its decrease during the rainy season; and an increase of rainfall associated to great precipitations in winter.
- The anticyclonic influence over the area; and
- The occurrence of moderate to heavy coastal floodings, regardless of the weather events originating them.

Various climate projections based on different climate models were made, including regional models. The results were consistent with the trends and climatic features already described; showing a warmer, dryer and extreme climate at the end of the 21st century. The future climate of the country may be characterized by the following changes: the mean air temperature could rise up to 4°C, with a decrease in annual rainfall that, depending on the scenario, would range between 15 and 63%, accompanied by an increase in the potential of evapotranspiration and real evaporation. This would lead to a progressive decline in net primary productivity of terrestrial and agricultural ecosystems as well as in the potential biomass density. Dry sub-humid climates will embrace a wider area from the eastern to the western portion of the island; massifs in the eastern mountainous area of the country will have dry sub-humid climates, susceptible to desertification.

Under current climate trends and scenarios considered for the next 100 years a deterioration of the overall environment quality will occur. As a result, there will be a reduction of the water potential on a regional scale, the loss of land in low-lying coastal areas, land degradation, a decrease of the agricultural yield in key crops of the national diet, the loss of biodiversity mainly in coastal areas, a negative effect on coastal human settlements, an increase in communicable diseases and the consequent negative impact on all economic activities in general. In a favourable climate scenario regarding water, its potential availability in 2100 could be reduced to 24 km³, 37% less compared to the 1961 to 1990 baseline. In any of the climate scenarios, the water balance shows a significant reduction in water potential.

The climate modelling performed in the country does not include the projected rise in sea level. To analyse this process and its impact, estimates reported by the IPCC in 2007 were used: 27 cm in 2050 and 85 cm and 2100. In local perceptions of interest, the results of research carried out within the project "Hazard Scenarios and vulnerability of the Cuban coastal zone, associated with the rise of the mean sea level for the years 2050 and 2100." were used. Based on the aforementioned, it is possible to make the assertion that Cuba's island shelf and the way in which adjacent seas relate with the ocean shall experience significant changes, including:

- Significant reduction of low areas of the island of Cuba, of the group of keys and the Zapata Swamp, together with the disappearance of numerous cays with elevations less than 0.5 m.
- Increased tidal fluctuations and non-periodic variations of the sea level.
- Receding coastlines, reaching a maximum of 7 km.
- Increased speed of ocean currents.
- Increase in the depth of the shelf.
- Increased exchange between the ocean and adjacent seas.
- Changes in the spatial distribution of sediment along the coast.

This inshore marine scenario, combined with decreased rainfall, shall reinforce the potential deficit of fresh water, due to the impact of seawater intrusion in coastal aquifers. Such situation would lead to a significant reduction in the supply of groundwater and, on slower coastal aquifers, it could represent the permanent salinity of its reserves.

The water resources sector will be one of the most severely affected, which will have major implications on other resources and sectors. In the future the competition between the availability of water and the increasing human demand will expand. Proposals for adaptation in the water sector have been early preventive, supported by the development of a powerful hydraulic system. In general, adaptation measures should be aimed at increasing efficiency in water management in all sources and end uses; to protect the resource from contamination; and making investments for structural modifications, giving priority to construction works to counteract the effect of marine pollution. Moreover, it is essential to strengthen the hydrological observation networks and related systems as well as the reassessment of real available resources and hydrology works, to appropriately reformulate policies to manage water resources.

Biodiversity and the functioning and balance of ecosystems, in addition to the pressure to which they are subjected due to human intervention, will suffer the combined blow of climate, hydrological and inshore marine scenarios. The increase in air temperature; the decrease in precipitation; the increase of sea salinity as a result of decreased freshwater runoff to the shelf; and retreat of the coastline, shall negatively affect various species of flora and fauna, some of which could be at risk of extinction. Dangerous invasive plants and animal species could reach the island. Pests and vectors will have favourable conditions for their spread, increasing the risk of diseases in humans, animals and plants. Adaptation measures for biodiversity should take as a starting point to identify the impact of climate change on all biological groups and ecosystems, and incorporating this knowledge to manage the National System of Protected Areas. The main steps are the following:

- The conservation and / or restoration of coastal wetlands.
- The conservation and use of genetic resources, primarily the endemic ones related to agricultural crops;
- Deepening the knowledge and use of the goods and services of biodiversity.
- Reforestation will be a suitable adaptive practice.
- The formulation of policies to prevent pests and vectors, favouring the use of organic type techniques and hygienic - sanitary measures.

Agriculture will develop in an adverse climate environment. Net primary productivity and potential biomass density will decrease; the duration (in days) of the phenological phases of major crops will progressively be shortened, including the total length of crop cycles and yield potential shall diminish. The above-mentioned facts accompanied by the reduction of agricultural areas will have a greater impact on the total agricultural production and animal husbandry than estimated due to the direct impact of the rising temperatures and reduced rainfall. The adaptation in the agricultural sector will require the use of technologies to protect crops and livestock; obtaining and introducing crop varieties with higher yield potential and cattle breeds resistant to high temperatures and water deficits; as well as changes in the variety of crops, to be introduced in agriculture as climate evolves.

It is anticipated that climate change will have a significant impact on the factors that influence the quality of life, which will make more difficult the efforts to improve it. The population will experience a possible increased risk for certain diseases and extreme hydrometeorological events. The aftermath will be diverse:

- The impact on agriculture shall result in changes in the food culture of the Cubans, also leading to a transformation in the occupation of a significant number of people linked both to agricultural and fishery production.
- Potential impact on health is foreseen due to the increase of vectors and pests, emerging and re-emerging diseases; and deteriorating hygienic-sanitary conditions related to water deficit.
- The excessive heat can cause a suffocating domestic atmosphere in houses designed for less warm weather conditions, with implications for health, particularly of women and the most vulnerable sector of the population, i.e., children and the elderly.
- The possibility of implementing the forced relocation of human settlements could increase due to the loss of land areas as a result of the rising sea level.
- The risk of hydrometeorological disasters will increase.

All general adaptation measures proposed for each sector have been designed to benefit the population. In addition to the measures already mentioned, there is a need for territorial reorganization that, in an integrated and planned way, will enable to face the problems and challenges that climate change poses to the Cuban society, which will only be possible including preventive adaptation measures in the development plans.

Programmes for the mitigation of climate change

The background of the chapter is in the First National Communication (FNC) as a basic document and the initial works for the creation of energy scenarios and environmental impact related to the quantification efforts developed subsequent to that Communication. A group of actions in different fields were identified there, especially related to the energy saving policy and the rational use of energy, which, a few years later were incorporated to the so-called "Energy Revolution" program. The relevance of these issues for national development was quite explicit in the "Guidelines for Economic and Social Policy of the Party and the Revolution" adopted by the Sixth Congress of the Communist Party of Cuba as part of the process of updating the Cuban economic model; specifically in the guidelines 133 and 245, as well as in other issues grouped by branches in the above-mentioned document.

The priorities of the National Energy Development in the medium and long term are closely related to the mitigation of climate change. The implementation of strategy will have a

positive impact on energy efficiency, which together with the use of renewable energy sources will enable to decrease greenhouse gas emissions.

In non-energy sectors, the existence of a long-term policy for reforestation, the first phase of which should end in 2015, when a rate of afforestation of 29.3% will be reached in the national territory (favourable if compared to 14% reported in 1959). Under the framework of such policy new options to mitigate climate change are also identified.

In the Second National Communication three scenarios are presented: one base (or reference) scenario; a Mitigation scenario, which integrates all mitigation options identified and assessed in different economic sectors; and an alternative mitigation scenario (Intensive scenario in the use of RES), which includes the implications in terms of cost, energy efficiency and GHG emissions resulting from maximizing the potential of RES identified in the country, mainly biomass, photovoltaic and wind energy, to meet the same electricity demand in the Mitigation scenario.

Thirty five mitigation options were assessed covering the following sectors: building, electricity generation, transportation, industrial and farming, forestry and wastes. In order to do so, the results presented in the FNC and Inventory Emissions and Removal of Greenhouse Gases for 2002, together with the values reported in the preliminary inventory for the year 2004 were considered. In these options, the estimated mitigation potential, i.e. Reference minus Mitigation Emissions, is in the order of 715 million tons CO₂eq, while in 2050 the reduction is expected to be 40 million tons CO₂eq compared to the reference scenario.

The assessment is a remarkable opportunity to explore the possible consequences of different development paths on the socioeconomic and environmental system. Although its purpose is to identify mitigation options of GHG emissions and their potential linked to them, it highlights the impact on the use, foreign trade, efficiency and costs of such scenarios. On the other hand, it draws attention to the importance of incorporating methodologies and assessment techniques in the mitigation studies, especially to have robust scenarios, especially with a well structured Baseline or Reference Scenario and to incorporate the trends of environment and the socio-economic system, along with the measures and policies identified in the implementation process, so that they do not only constitute an extrapolation of current data into the future.

The options proposed here could be incorporated into the project portfolios of efficiency, to the promotion of RES and to the already in force certification of avoided emissions as well as to the new instruments that are planned for the future.

Other relevant information to achieve the Convention's goal

Policies, strategies and programs

By its implications for development in the short, medium and long term, the most relevant information is associated with the "Guidelines for the Economic and Social Policy of the Party and the Revolution" and its relation to climate change. Guideline 131 establishes "Sustaining and developing the results achieved in the field of natural science, research and the use of renewable energy..."; and guideline 133 states: "...to give priority to studies aimed at tackling climate change and in general, sustainable development". Nevertheless, since the early 90s of the last century climate change has been included in the national environmental agenda.

Another important step towards integrating climate change into policy, plans and programs was the adoption of the Program for tackling Climate Change by the Council of Ministers in

2007. In that program, it is a priority to include the relevance of adaptation to climate change, with emphasis on the coastal zone, in branch programs, plans and projects related to food production, hygiene and epidemiology, integrated water management, construction, land-use planning and new investments and strategic plans.

Technology transfer

Within the framework of the SNC the first preliminary assessment of national capacities for technology transfer associated with climate change, concerning both mitigation and adaptation, was performed. It was possible to establish to what extent the available knowledge, existing skills, tools and regulations in force, information systems, as well as communication and interaction among stakeholders, ensure the process, considering the current and projected scenario at the political, economic, social and environmental level. Energy, water, forest and agricultural sectors were selected since they are part of the main development strategies in Cuba.

Some of the common barriers identified were: limited access to sources of financing for new investments and to technology and spare parts providers; high transaction costs; few incentives favouring resource saving and the implementation of the most appropriate technology; irregularities in the market infrastructure that restricts access to technology; the weakening of the network of laboratories and facilities for technology testing and validation; poor flow of information, which in some cases worsen because of the lack of access to available data, or due to the incorrect use of the existing data; and a limited awareness of the stakeholders on issues related to climate change and the expected positive impacts resulting from technology implementation. Many of these barriers are identified in the Guidelines for the Economic and Social Policy of the Party and the Revolution and actions are undertaken to minimize or eradicate them permanently.

Systematic observation

The Meteorological Institute has 68 surface meteorological stations that work under a 24-hour working regime, all year round. It also carries out weather surveillance, with 8 radars and other related equipment covering the entire national territory. In order to evaluate wind resources in Cuba, a network of 11 reference meteorological towers remains in operation, being its main function to monitor wind up to 100-m heights under different physical and geographical conditions. In addition, there are other five main stations carrying out measurements of gases, particles and chemical composition of rain, and six secondary stations sampling only the latter variable; an observatory for measuring total ozone content; and a solar CIMEL photometer for determining the optical properties of aerosols, such as optical thickness.

Moreover, the Institute of Civil Aeronautics of Cuba (IACC) operates the network of meteorological stations located in the country's airports. The Ministry of Public Health is in charge of controlling the composition of the atmosphere at impact level, particularly in settlements affected by emissions of polluting sources, based on the WHO-WMO joint program in this sector.

For the quantification of water resources, the National Water Resources Institute (INRH) , operates three types of surface hydrological networks: rainfall, climate and hydrometric, although all the reservoirs contribute to the monitoring of surface runoff. It also has groundwater monitoring wells and water quality monitoring stations. The INRH manages the water quality network known as REDCAL for the control and monitoring of pollution (due to overexploitation of the resource or direct and indirect discharges to surface waters). The National Tide Gauge Network consists of 19 tide stations and is operated by GEOCUBA Business Group.

The Republic of Cuba contributes to the main WMO data collection systems, such as the Global Climate Observing System (GCOS), the Global Atmosphere Watch, Global Sea Level Observing System (GLOSS) of the Global Ocean Observing System (GOOS) and the World Hydrological Cycle Observing System (WYCOS).

There are fully operational early-warning systems. Early-warnings, warnings or advisories and information about the threat of hazardous weather events are highlighted; surveillance, diagnosis, early warnings and predictions of both meteorological and agricultural droughts; hydrological early-warnings and prevention; and monitoring of hydrological drought. The risk management and prevention model used in Cuba is acknowledged to be successful in the region and is well known worldwide. The civil defence system covers the whole country and is organized at all levels, taking into account the political-administrative division and corresponding state structure. It relies on the use of human and material resources belonging to the State, economic and social organizations and has the understanding and support of the population.

Research

In Cuba, conducting scientific research on climate change has been a continuous process, using the experience gained, new scientific evidence and increasingly better tools for analysis and evaluation. Particular attention has been focused on evaluating the potential impact of climate change and identifying possible options and adaptation measures. There are several national and branch programs as well as programs of provincial interest which are within the national system of scientific and technical programs and projects that have addressed some climate change issues. Among them: the National Program "The Global Change and Environment Evolution in the country" and branch programs "Analysis and Forecast of Weather and Space terrestrial and Climate" and "Conservation of natural resources and environmental management." A new science and innovation program of national interest, entitled "Climate Change in Cuba: Impacts, Mitigation and Adaptation" recently started to be implemented. The Environment Network of the Ministry of Higher Education also develops research related to climate change. It is worth mentioning the contribution of national experts to periodic assessments of the IPCC.

Education and public awareness

This aspect showed progress since the FNC, favoured by government policies and ongoing projects and increased information and knowledge as a result of an increased and systematic presence of issues related to environment and climate change in national and local media. Cuba has a National Strategy for Environmental Education (ENEA) since 1997, which includes both formal and non-formal methods of education. In the national education system and plans for training professionals in higher education, environmental education has been recognized as a priority objective, which has made possible to develop actions to raise the environmental awareness of students, including climate change, and to strengthen the interaction of school and university with the community. University degrees coherently include subjects or topics concerning environmental education, some of them related to climate change.

Since 2007, national campaigns for the World Environment Day have aimed at promoting environmental culture, with an emphasis on facing climate change. The 2014 campaign was dedicated to climate change adaptation. Many periodical publications have been devoted to inform, educate and raise the awareness of the general public on this issue.

The National Radio and Television Corporation developed an information strategy on climate change. Between 2011 and 2013 more than 700 radio and television programs related to the

subject were broadcasted at national and regional level. A course on Climate Change was aired on the television program "University for All" and another one was launched on Hazard, Vulnerability and Risk. In the years 2009, 2011 and 2013 Congresses on climate change were held in Havana within the framework of the International Convention "Environment and Sustainable Development".

In the context of the SNC, an education and public awareness program was developed through an extensive consultation with a wide representation of all sectors involved, ensuring the participation of all the provinces in the process. It included leaders of civil society and featured a strong female presence: more than 50% of the participants in the consultation workshops were women.

Capacity-building and South-South cooperation

As with the First National Communication, the preparation of the SNC has been the main source of opportunities for the training of human resources and capacity building, in order to ensure the sustainability of the activities associated with climate change. Many lectures were delivered and several workshops were held, which were attended by 218 people. Experts from different sectors of society widely participated, above all women.

Projects have also been developed with international support. An active South-South cooperation has been provided, which is a particular feature of the Cuban experience in the context of climate change. The actions have been materialized by sending experts to different countries to support the preparation of national communications, evaluation of impacts and adaptation, and the creation of climate change scenarios. Concerning small island developing states of the Caribbean, cooperation has reached its highest expression with the memorandum of understanding between the Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC) and INSMET in Cuba, aiming to strengthen and increase efforts of both parties to mitigate the effects of climate change, through a long-term partnership. Cooperation with small island countries has spread to other regions such as the Pacific. In some cases, these actions have been supported by developed countries and international organizations. During the period since the FNC was submitted, three capacity building projects were implemented with financial and technical support from UNDP / GEF, the Canadian International Development Agency and the University of Toronto, Canada.

Likewise, the national self-assessment exercise on capacity needs for Environmental Management, implemented through a GEF / UNEP project, concluded with satisfactory results.

Information and networking

For implementing Article 6 of the UNFCCC and in compliance with the Amended New Delhi work programme, public information on climate change is provided mainly by internet. As part of the preparation process of the SNC, the site on climate change in Cuba was developed in order to achieve the necessary understanding and to contribute to change people's behaviour towards the environment. There is also an interactive website PRECIS-CARIBE, developed by INSMET and designed to facilitate online access to the climate change scenarios from PRECIS runs, in order to facilitate its use in Central America, Mexico and the Caribbean. Moreover, several national web sites provide information to the public on climate change or issues related to it.

As for networking, the three key components of the national communication: GHG inventory, mitigation of climate change and impacts, vulnerability and adaptation were developed by using three multidisciplinary networks, one for each component. There are other networks that include climate change in their work objectives as for instance:

- the Agricultural Network on Climate Change (RACC), coordinated by the Ministry of Agriculture, which was created to bring together all the scientific organizations contributing to the results of this ministry;
- the Environment Network of the Ministry of Higher Education, which promotes environmental awareness to tackle climate change as well as sustainable development within universities and communities. This network is composed of 17 universities, 11 institutions of science and technological innovation as well as of three faculties in the mountains;
- The Cuban Environmental Education Network (REDFA-Cuba), which includes representatives of the National Focal Point of the Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean, and considers climate change as an issue of special attention.

Cuba actively participates in the Ibero-American Network of Climate Change Offices (RIOCC). At sub-regional level, it has a close cooperation with CCCCC and participates in the Caribbean Climate Outlook Forum (CARICOF).

Limitations, barriers, gaps, and financing, technology and capacity needs

The limitations that restrict or prevent the execution of measures for effective implementation of the UNFCCC in the country are mainly economic and financial, and represent an additional vulnerability factor to the effects of climate change, particularly for adaptation. The main barrier that limits access to the main international finance flows and to technologies is the commercial, economic and financial blockade to which the Republic of Cuba has been subjected by the Government of the United States of America (USA). This arbitrary measure hinders access to international financial resources for new investments; to suppliers of parts and spare parts, specifically those ruled by USA. It also hampers the access to advanced technology with materials, software and patents from the United States.

A significant barrier in the process of preparation of national communications is the presence of excessive bureaucratic mechanisms in the processes of accessing and obtaining international financing, and later during its execution. Other barriers, mainly based on US blockade, are also mentioned, as the ones present in the acquisition of software packages for further assessment processes, which are highly expensive and therefore, even more difficult to be purchased mainly as a result of the blockade. Likewise, barriers imposed by international agencies enabling activities for the preparation of the NC, regarding the sums of money accepted for the purchase of equipment, especially for the determination of emission factors and the identification and design of mitigation measures, are also considered as restrictions.

The inadequacy of the existing mechanisms for monitoring climate and air quality systems was identified as a gap. The Cuban Government has continued giving top priority and allocating considerable financial resources to maintain existing observation systems and scientific research devoted to climate change or relevant for such purposes, despite the already existing difficult economic conditions. Lack of resources is a constraint to the brainpower existing in the country to advance in the complex studies on climate change. Another important gap is the lack of databases with the degree of detail and quality required for the evaluation of the impacts of climate change. In the case of mitigation, two issues demand special attention in future National Communications : the estimate of emission factors typical of the country and cost-benefit or impact studies of mitigation options, an issue that is not included in the vast majority of research conducted and consulted in this sense.

To ensure the sustainability of the preparation of future biennial reports (BUR) and National Communications in a continuous cycle, financial resources from international sources are needed. These resources are devoted to institutional strengthening in support of groups responsible for ensuring their development, and working in network in each key component of the national communication system.

Resumen Ejecutivo

Introducción

Después de la publicación de su Comunicación Nacional inicial en 2001, la República de Cuba presenta ahora la Segunda Comunicación Nacional (SCN) a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). La confección del documento se desarrolló bajo el amparo del proyecto GEF/PNUD “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”. Por la parte cubana, el Instituto de Meteorología (INSMET) coordinó de forma directa las actividades fundamentales. La SCN se elaboró bajo las Directrices de la Convención adoptadas por la Conferencia de las Partes en su octava sesión, mediante la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002). La aplicación del correspondiente Manual de Usuario (CMNUCC, 2004) fue esencial para garantizar el uso efectivo y eficiente de las Directrices al momento de confeccionar el informe.

El peso de la adaptación al cambio climático vuelve a ser considerable en el reporte. A su vez, se incorporan nuevos elementos para la mitigación en diferentes sectores socioeconómicos de interés nacional, incluyendo la formulación de escenarios y su evaluación económica. Otros aspectos medulares, como la transferencia de tecnología, la comunicación y educación ambiental, la observación sistemática y la investigación científica, el fomento de capacidades y la cooperación Sur-Sur, información al público y el trabajo en redes, tienen amplia representación en la presente edición. El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) recogió las emisiones y absorciones registradas en 2000 y 2002, junto con la actualización de todos los años pares desde 1990 hasta 2002 y del período en su totalidad. Incorporó datos de actividad específicos del país y además, dio cobertura a la determinación de factores de emisión para condiciones tropicales insulares como las de Cuba.

Con la culminación de la Segunda Comunicación Nacional se cierra un ciclo iniciado en 2008, cuyo saldo es definitivamente positivo. Se ratifica la alta prioridad, la sensibilidad y el compromiso del Estado cubano ante la problemática del cambio climático, donde la voluntad política para enfrentarlo es manifiesta y está salvaguardada bajo cualquier circunstancia.

Circunstancias nacionales

En el capítulo se ofrece una caracterización general del archipiélago cubano, destacando su estructura y condiciones económicas actuales, el estado del medio ambiente nacional y la situación de sus principales recursos naturales. Da elementos concretos para entender la vulnerabilidad del país a los efectos adversos del cambio climático, y al propio tiempo, sus capacidades y limitaciones para lograr la adaptación a los impactos asociados.

El archipiélago cubano está formado por la isla de Cuba, la Isla de la Juventud y más de 1 600 islas, islotes y cayos, que en su conjunto alcanzan una extensión superficial de 110 922 km². Desde el punto de vista político-administrativo, el país se divide en 15 provincias y 168 municipios, incluyendo al municipio especial de la Isla de la Juventud.

La mayor parte de Cuba goza de un clima tropical con estación lluviosa en el verano (Aw, según la clasificación de Köppen). La temperatura media anual varía desde 24°C en las llanuras hasta 26°C y más en las costas orientales, con magnitudes inferiores a 20°C en las partes más altas de la Sierra Maestra. A pesar de su condición tropical, se presenta cierta estacionalidad en el régimen térmico, con dos temporadas conocidas como: verano (estación lluviosa), de mayo a octubre, donde julio y agosto son los meses más calurosos; e invierno (estación poco lluviosa), de noviembre a abril, con enero y febrero como meses

más fríos. La lámina media nacional de lluvia es de 1 335 mm; no obstante, se presentan eventos de sequía de forma recurrente cuya duración puede extenderse por varios años. Los ciclones tropicales y las tormentas locales severas (tornados, granizadas, trombas marinas y vientos lineales superiores a 90 km/h) son los fenómenos meteorológicos a los que se asocia el mayor peligro y son responsables de algunos de los extremos climáticos observados.

Cuba ha incorporado la reducción de riesgos de desastres a sus estructuras de gobierno a través de un sistema de Defensa Civil, con una dirección de alcance nacional y suprainstitucional, y una estructura acorde con la división político-administrativa del país. Este sistema es el encargado de atender el universo de asuntos territoriales en materia de estrategias de respuesta, con planes de contingencia y de protección, tanto de la población como de los bienes económicos, sociales y ambientales. Los principales peligros de origen natural identificados son:

- Eventos hidrometeorológicos extremos
- Sequías intensas
- Incendios en áreas rurales
- Sismos y maremotos

Al cierre de diciembre 2013, la población cubana alcanzó los 11 210 064 habitantes, con una densidad de 102,0 hab/km². De ellos, el 76,8% vivía en zonas urbanas. En ese mismo año, la tasa global de fecundidad descendió a 1,73, por debajo del nivel de reemplazo; acompañada de una reducción de la mortalidad general, con una tasa de alrededor de 8,3 por mil; y de la mortalidad infantil (5,5 por mil nacidos vivos), con el consiguiente incremento en la esperanza de vida (78 años). Así, respecto a 2002, la población de 0 a 14 años se redujo en 3,6%; la correspondiente a 15 - 59 años se mantuvo estancada; y creció el segmento de más de 60 años (18,7% del total de la población al cierre de 2013). Todo esto sitúa a Cuba entre los países más envejecidos de América Latina y el Caribe (ONEI, 2014b).

Al cierre del año 2013, la economía cubana alcanzó un 4,6 % de crecimiento de su Producto Interno Bruto (PIB), abriéndose paso en medio de una profunda crisis económica mundial. Ese comportamiento global es fruto de la política económica desarrollada desde el año 2005, con evidentes resultados de la aplicación de un grupo de programas en la esfera energética; y la expansión del proceso inversionista en los programas estratégicos y el consumo. Se destacan importantes decisiones tomadas en la organización de la agricultura, y en especial en la producción de alimentos, la recuperación del turismo y el reordenamiento del transporte.

En 2013 los gastos totales del presupuesto del Estado decrecieron en un 3 % respecto al año anterior. De los gastos totales del presupuesto del Estado, el 14,9% se destinó a la salud, el 11,1% a la Seguridad Social y el 17,4% a la Educación. El total de ingresos netos decreció un 4,8%, para un saldo fiscal negativo de 4513,5 MM de pesos, que representan el 4,8% del PIB - a precios corrientes -, lo que obliga a intensificar la captación de ingresos y disminuir los gastos para mantener el déficit dentro de límites aceptables. De acuerdo con el "Informe de Desarrollo Humano 2014" del PNUD, Cuba clasifica entre los países de desarrollo humano alto (DHA), ocupando el lugar 44.

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

Se presentan las emisiones y remociones de GEI en Cuba para 1990 – 2002, además de una evaluación integrada para ese mismo período, con una actualización y mejora de los

reportes previos de los años 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002. En la preparación del informe se utilizaron fundamentalmente las Guías Revisadas del IPCC de 1996 (IPCC-OECD-IEA, 1997) y las Guías del IPCC de Buenas Prácticas y Gestión de Incertidumbres (IPCC, 2000). También se emplearon, pero parcialmente, las Guías de Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003) y las Guías del IPCC para la confección de los inventarios de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

Para cada una de las categorías de fuentes abordadas en el inventario se aplicaron los mejores métodos de estimación que posibilitaron los datos disponibles en el país. En sentido general, pueden subdividirse en dos grupos:

- Métodos de Nivel 1, donde se utilizan datos del país y factores por defecto de las Guías del IPCC u otras metodologías reconocidas.
- Métodos de Nivel 2, normalmente basados en modelos que se aplican a partir de datos del país y factores calculados también desde datos y resultados de investigaciones nacionales. Estos métodos fueron aplicados fundamentalmente en las categorías claves del inventario.

En el inventario se presentan seis categorías principales de fuentes/sumideros para reportar las emisiones. A su vez, estas constituyen módulos dentro del informe. Ellas son:

- Energía
- Procesos Industriales
- Solventes y Uso de Otros Productos
- Agricultura
- Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
- Desechos

Sobre la base de diversos criterios, se seleccionaron los gases atmosféricos de mayor relevancia para el clima, subdivididos en:

- Gases de Efecto Invernadero Directo: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF₆).
- Otros Gases de Importancia Radiativa y Fotoquímica (gases de efecto invernadero indirecto): Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO₂).

Los datos de actividad utilizados para la estimación de las emisiones fueron los disponibles en el país y que fueron captados desde diferentes fuentes, fundamentalmente a través de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). Con relación a los parámetros de emisión, se tomaron básicamente los proporcionados por las Guías del IPCC en sus diferentes versiones, especialmente los más actualizados - IPCC 2006 GL (IPCC, 2006), y también de la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007). Además, en algunas categorías fueron empleados parámetros de emisión calculados para las condiciones y circunstancias del país. Todos los estimados son reportados en gigagramos (Gg) del contaminante.

Para los GEI directos se obtuvieron resultados importantes, como las emisiones brutas de CO₂. En 2002, estas fueron un 26,6 % menores que en el año base (1990); y las de N₂O, un 52,6 % inferiores. Por el contrario, las emisiones brutas de CH₄ fueron 14,3 % mayores en 2002 que en 1990. Otro elemento significativo en 2002 fue el crecimiento de la biomasa en los bosques como sumidero, que supera de forma notable las emisiones producidas en estos por las extracciones de madera y otras causas. El total de las emisiones brutas agregadas resultó 37 737,02 GgCO₂ equivalente (GgCO₂eq) en el año 2000, y 36 340,32 (GgCO₂eq) en el año 2002 (un 23,8 % menor que en 1990, en que se emitieron 47 671,56 GgCO₂eq)

Como elemento importante en el contexto de la SCN, se obtuvieron nuevos parámetros de emisión en tres categorías seleccionadas del Inventario, a saber:

- Parámetros de emisión del CH₄ derivados de la fermentación entérica en el ganado vacuno, sector de Agricultura;
- Parámetros de emisión/remoción de carbono para los cambios en bosques y otras reservas de biomasa, sector de Cambio y Uso de la Tierra y Silvicultura;
- Parámetros de emisión del CH₄ para los rellenos sanitarios manuales, en el sector de Desechos.

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

Existe un importante grupo de programas nacionales sectoriales que contribuyen a la adaptación al cambio climático. Los más importantes son: Programa Forestal Nacional, Programa de Uso Racional y Ahorro del Agua, Programa de Mejoramiento y Conservación de los Suelos, Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (basado en el Manejo Sostenible de Tierras), Programa de Lucha contra Vectores Transmisores de Enfermedades, que incluye las especies exóticas invasoras, entre otros.

Además, y con el mismo propósito, se están desarrollando un conjunto de proyectos en la esfera medioambiental, con financiamiento internacional, entre ellos: Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local - BASAL (COSUDE, PNUD, Unión Europea); Ecosistema Sabana Camagüey (FMAM, PNUD); Manejo Sostenible de Tierras (FMAM, PNUD, FAO, PNUMA); Prevención, Gestión y Control de Especies Exóticas (FMAM, PNUD); Conservación de Ecosistemas Montañosos Amenazados (FMAM, PNUD).

Dentro del marco del proyecto de la SCN los estudios de vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático abordaron las temáticas siguientes: (a) variaciones y cambios del clima en Cuba, (b) escenarios climáticos para 2050 y 2100, (c) recursos hídricos, (d) zonas costeras y recursos marinos, (e) diversidad biológica, (f) bosques, (g) agricultura, (h) asentamientos humanos y usos de la tierra, e (i) salud humana. En adición, se desarrolló un estudio de caso relacionado con el análisis integrado del impacto del cambio climático y las medidas de adaptación, en un área seleccionada en el sur de la región occidental. Las evaluaciones fueron realizadas por un equipo de trabajo conformado por expertos de las instituciones responsables de estas actividades en el país; los resultados fueron refrendados técnica y científicamente por los mecanismos que para tal efecto posee cada organismo.

Los estudios siguieron una metodología resumida en los siguientes pasos:

- Determinación de la vulnerabilidad física, social y económica, basada en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR);
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en el clima para dos líneas base climáticas (1961-1990 y 1961-2010);
- Estimación del clima del futuro, incluyendo la valoración de las incertidumbres, utilizando modelos climáticos globales y regionales, con la aplicación de la técnica de reducción de escala.
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, en las líneas base o de referencia.
- Estimación y descripción de las variaciones y los cambios que pudieran ocurrir en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, bajo cada escenario de cambio climático evaluado.
- Elaboración de propuestas de medidas de adaptación para ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados.

Se analizó el comportamiento de la circulación atmosférica regional y los factores que la modifican (El Niño-Oscilación del Sur, la temperatura superficial del mar en el Océano Atlántico Norte); de los frentes fríos; la temperatura superficial del aire; la precipitación; los procesos de sequía y fenómenos meteorológicos particulares (huracanes, tormentas locales severas e inundaciones costeras). Las evidencias observacionales demuestran que el clima del país ha venido cambiando, lo que se evidencia por el incremento de:

- La temperatura superficial del aire en 0.9°C; condicionado por el aumento de la temperatura mínima promedio en 1.9°C, produciendo una disminución en la oscilación diaria de la temperatura;
- la frecuencia de sequías largas y severas, especialmente en verano;
- las precipitaciones en el período poco lluvioso, y la disminución en los meses lluviosos; y aumento de la lluvia asociada a grandes precipitaciones en invierno.
- la influencia anticiclónica sobre el área; y
- la ocurrencia de inundaciones costeras moderadas y fuertes, con independencia de los eventos meteorológicos que las generan.

Se efectuaron diversas proyecciones del clima, basadas en distintos modelos climáticos, incluyendo los modelos regionales. Los resultados fueron consistentes con las tendencias y las características climáticas ya descritas; mostrando un clima más caliente, seco y extremo para finales de siglo XXI. El clima futuro de Cuba pudiera caracterizarse por los siguientes cambios: la temperatura media del aire pudiera elevarse hasta 4°C, con una disminución de la precipitación anual que, según el escenario, oscilaría entre el 15 y el 63 %, acompañada del aumento de la evapotranspiración potencial y la evaporación real. Ello conllevaría a la disminución progresiva de la productividad primaria neta de los ecosistemas terrestres y agrícolas, así como de la densidad potencial de biomasa. Los climas subhúmedos secos avanzarán en extensión desde la región oriental hacia el occidente; en los macizos montañosos orientales se establecerán climas subhúmedos secos, susceptibles de desertificación.

Según las tendencias climáticas actuales y los escenarios considerados para los próximos 100 años, se producirá un deterioro de la calidad ambiental general. Como consecuencia, se observará la reducción del potencial hídrico a escala regional, la pérdida de tierra firme

en zonas costeras bajas, el empobrecimiento del suelo, la disminución del rendimiento agrícola en cultivos fundamentales de la dieta nacional, la pérdida de la biodiversidad principalmente en zonas costeras, la afectación de asentamientos humanos costeros, el incremento de enfermedades transmisibles y el consecuente impacto sobre la actividad económica en general. Bajo un escenario climático favorable con relación al agua, su disponibilidad potencial en el 2100 podría reducirse a 24 km³, un 37 % menos respecto a la línea base 1961-1990. En cualquiera de los escenarios climáticos, el balance hídrico demuestra una significativa reducción del agua potencial.

La modelación del clima realizada en el país no incluye la proyección del ascenso del nivel del mar. Para analizar este proceso y sus impactos se utilizaron las estimaciones reportadas por el IPCC en el 2007: 27 cm en 2050 y 85 cm en 2100. Para apreciaciones locales de interés se emplearon los resultados obtenidos en investigaciones desarrolladas dentro del proyecto "Escenarios de peligros y vulnerabilidad de la zona costera cubana, asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100". Sobre esta base, es posible afirmar que la plataforma insular cubana, y la forma en que se relacionan los mares adyacentes con el océano, sufrirán modificaciones significativas; entre ellas:

- Reducción considerable de las áreas bajas de la Isla de Cuba, de las 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.
- Retroceso 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 a lo largo de la costa.

En este escenario marino - costero, combinado con la disminución de las precipitaciones, se reforzará el déficit potencial de agua dulce, por el impacto que tendrá la intrusión marina en los acuíferos costeros. Tal situación conllevaría a una reducción significativa de la entrega de agua subterránea y, en acuíferos costeros poco potentes, podría representar la salinización definitiva de sus reservas.

El sector de los recursos hídricos será uno de los más severamente afectados, lo cual tendrá grandes implicaciones en otros recursos y sectores. En el futuro se ampliará la competencia existente entre la disponibilidad de agua y la creciente demanda humana. Las propuestas de adaptación del sector hídrico han sido tempranamente preventivas, sustentadas en el desarrollo de un poderoso sistema hidráulico. En líneas generales, las medidas de adaptación deben estar dirigidas a elevar la eficiencia en el manejo del agua en todas las fuentes y usos finales; en la protección del recurso contra la contaminación; y la realización de inversiones para modificaciones estructurales, con prioridad en la construcción de obras para contrarrestar el efecto de la contaminación marina. Por otra parte, es fundamental el fortalecimiento de las redes de observación hidrológica y sus sistemas conexos, así como la reevaluación de los recursos reales disponibles y de la hidrología de las obras, para reformular de manera apropiada la política de gestión del recurso agua.

En la diversidad biológica, y en el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas, además de la presión a que están sometidos por la intervención humana, incidirá la combinación de

los escenarios climáticos, hidrológicos y marino - costeros. 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, algunas de las cuales pudieran hallarse en riesgo de extinción. Podrían arribar especies invasoras animales y vegetales perjudiciales. Plagas y vectores tendrán condiciones propicias para su propagación, aumentando el peligro de enfermedades en humanos, animales y plantas. Las medidas de adaptación para la diversidad biológica deberán tomar como punto de partida la identificación de los impactos del cambio climático en todos los grupos biológicos y ecosistemas, y la incorporación de este conocimiento en la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Como principales medidas se exponen:

- La conservación y/o recuperación de los humedales costeros.
- La conservación y utilización de los recursos genéticos, principalmente los endémicos emparentados con cultivos agrícolas;
- La profundización del conocimiento y el uso de los bienes y servicios de la diversidad biológica.
- La reforestación seguirá como una práctica adaptativa apropiada.
- La formulación de políticas de prevención para contrarrestar las plagas y los vectores, que promuevan el uso de técnicas de tipo orgánico y con medidas principalmente higiénico - sanitarias.

La agricultura se desenvolverá en un ambiente climático adverso. La productividad primaria neta y la densidad potencial de biomasa decaerán; se acortará progresivamente la duración (en días) de las fases fenológicas de cultivos importantes, incluyendo la duración total de los ciclos de cultivo y los rendimientos potenciales decrecerán. Lo anterior, acompañado por la reducción de las áreas agrícolas, conllevará a impactos sobre la producción agrícola total y la cría de animales, superiores a los estimados a cuenta del impacto directo del aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones. La adaptación en el sector agrícola requerirá del uso de tecnologías de protección de cultivos y del ganado; la obtención e introducción de variedades de cultivos con mayores rendimientos potenciales y de razas de ganado resistentes a las altas temperaturas y al déficit de agua; y cambios en la gama de cultivos, que deberán ser introducidos en la práctica a medida que evolucione el clima.

Se prevé que el cambio climático tendrá un impacto significativo sobre los factores que influyen en la calidad de vida, lo que hará más difíciles los esfuerzos para mejorarla. La población experimentará un posible aumento del riesgo ante determinadas enfermedades y eventos hidrometeorológicos extremos. La repercusión será diversa:

- Las afectaciones en la agricultura producirán cambios en la cultura alimentaria de los cubanos, conduciendo también a una transformación en la ocupación laboral de un número importante de personas vinculadas a la producción agrícola y pesquera.
- Se prevén afectaciones potenciales a la salud, debido al aumento de vectores y plagas, enfermedades emergentes y reemergentes; y por el deterioro de las condiciones higiénico - sanitarias relacionadas con el déficit de agua.
- El excesivo calor puede hacer sofocante el ambiente doméstico en casas diseñadas para un clima menos cálido, con implicaciones para la salud, sobre todo de la mujer y la población más vulnerable, o sea, niños, niñas, ancianos y ancianas.
- La posibilidad de implementar traslados forzados de los lugares de residencia podría incrementarse, debido a la pérdida de áreas por el ascenso del nivel del mar.
- Aumentará el riesgo de desastres de origen hidrometeorológico.

Todas las medidas de adaptación generales propuestas para cada sector se han diseñado en función de beneficiar a la población. A ellas se agrega la necesidad de un reordenamiento territorial que, de forma integrada y planificada, permita enfrentar los problemas y retos que el cambio climático plantea a la sociedad cubana, lo cual será solo posible incluyendo la adaptación preventiva en los planes de desarrollo.

Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático

Los antecedentes del capítulo se sitúan en la Primera Comunicación Nacional (PCN) como documento básico y en los trabajos iniciales de construcción de escenarios energéticos y de impacto ambiental, asociados a los esfuerzos de cuantificación desarrollados posteriormente a esa Comunicación. Allí se identificaron un grupo de acciones en diferentes campos, sobre todo relacionados con la política de ahorro y uso racional de la energía, que pocos años después fueron incorporados al programa denominado “Revolución Energética”. La relevancia de estos temas para el desarrollo nacional quedó plasmada explícitamente en los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, aprobados por el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba como parte del proceso de actualización del modelo económico cubano; en específico en los lineamientos 133 y 245, así como en el resto de los temas sectoriales agrupados en dicho documento.

Las direcciones priorizadas del Desarrollo Energético Nacional a mediano y largo plazos están estrechamente relacionadas con la mitigación del cambio climático. La implementación de la estrategia impactará positivamente en la eficiencia energética, lo que unido a la utilización de las fuentes renovables de energía, permitirá reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En los sectores no energéticos se destaca la existencia de una política a largo plazo para la reforestación, cuya primera fase deberá culminar en el año 2015, cuando se alcance un índice de forestación de 29,3 % del territorio nacional (favorable si se compara con el 14 % reportado para 1959). En el marco de dicha política también se identifican nuevas opciones de mitigación del cambio climático.

En la Segunda Comunicación Nacional se presentan tres escenarios: un escenario Base (o de Referencia); un escenario de Mitigación, en el cual se integran todas las opciones de mitigación identificadas y evaluadas en los diferentes sectores económicos; y un escenario de Mitigación alternativo por el uso Intensivo de las fuentes renovables de energía (FRE), que presenta las implicaciones en cuanto a costos, eficiencia energética y emisiones de GEI resultantes de aprovechar al máximo el potencial de las FRE identificado en el país, básicamente biomasa, energía fotovoltaica y eólica, para cubrir la misma demanda de electricidad del escenario de Mitigación.

Se evaluaron 35 opciones de mitigación para los siguientes sectores: residencial, generación de electricidad, transporte, industrial y agropecuario, forestal y desechos. Para ello se tomaron en consideración los resultados presentados en la PCN y del Inventario de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero correspondiente a 2002, de conjunto con los valores reportados preliminarmente en el inventario para el año 2004. En dichas opciones, el Potencial de Mitigación estimado (Emisiones de Referencia menos Mitigación) se encuentra en el orden de los 715 millones de toneladas de CO₂eq, mientras que en el 2050 la reducción es de aproximadamente 40 millones de toneladas de CO₂eq con relación al escenario de Referencia.

La evaluación constituye una notable oportunidad para explorar las posibles consecuencias de diferentes sendas de desarrollo sobre el sistema socioeconómico y ambiental. Aunque el objetivo de la misma 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 respecto a la importancia de incorporar metodologías y técnicas de evaluación en los estudios de mitigación, en especial la de contar con escenarios robustos, y sobre todo, con un escenario Base o de Referencia bien estructurado y que incorpore las tendencias del sistema socioeconómico y ambiental, junto con las medidas y políticas identificadas en proceso de implementación, de tal forma que no constituyan solo una extrapolación de datos actuales hacia el futuro.

Las opciones aquí propuestas podrían ser incorporadas a las carteras de proyectos de eficiencia, promoción de FRE y de certificación de emisiones evitadas en vigor o en los nuevos instrumentos que se proyectan para el futuro.

Otra información pertinente para el logro del objetivo de la Convención

Políticas, estrategias y programas

Por sus implicaciones en el desarrollo a corto, medio y largo plazos, la información más relevante se asocia con los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, y su relación con el cambio climático. El Lineamiento 131 establece “Sostener y desarrollar los resultados alcanzados... en el campo de las ciencias naturales, los estudios y el empleo de las fuentes de energía renovables...”; y en el 133 “...Priorizar los estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país...”. No obstante, ya desde comienzos de los años 90 del siglo pasado el cambio climático se incorporó a la agenda ambiental nacional.

Otro paso importante en el camino de la integración del cambio climático en la política, planes y programas fue la aprobación del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático por el Consejo de Ministros en 2007. En él resulta una prioridad la inclusión de la dimensión de la adaptación al cambio climático, con énfasis en la zona costera, a los programas, planes y proyectos sectoriales vinculados con la producción de alimentos, la higiene y la epidemiología, el manejo integral del agua, la construcción, el ordenamiento territorial y las nuevas inversiones y planes estratégicos.

Transferencia de tecnología

En el marco de la SCN se realizó la primera evaluación preliminar de la capacidad nacional para la transferencia de tecnología asociada al cambio climático, tanto en la mitigación como en la adaptación. Se pudo establecer hasta qué 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. Por ser parte de las estrategias principales de desarrollo en Cuba, se seleccionaron los sectores energético, hídrico, forestal y agrícola.

Algunas de las barreras comunes identificadas fueron: limitado acceso a fuentes de financiamiento para nuevas inversiones y a suministradores de tecnologías y de piezas de repuesto; elevados costos de transacción; 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; debilitamiento de 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 los datos disponibles, o por no utilizar adecuadamente los existentes; y una limitada sensibilización de los actores sobre temas relacionados con el cambio climático y los impactos positivos esperados a partir de la implementación de la tecnología. Muchas de estas barreras se

hallan identificadas en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución y se acometen acciones para minimizarlas o erradicarlas definitivamente.

Observación sistemática

El Instituto de Meteorología opera 68 estaciones meteorológicas de superficie, con régimen de trabajo sin interrupción las 24 horas del día, durante todo el año. Además, realiza la vigilancia meteorológica por radar, con 8 equipos que cubren todo el territorio nacional. Con el objetivo de evaluar el recurso eólico en Cuba, se mantiene en operación una red de 11 torres meteorológicas de referencia, con la función principal de monitorear el viento hasta alturas de 100 m en diferentes condiciones físico-geográficas. A estas se suman 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; un observatorio para la medición del contenido total de ozono; y un fotómetro solar CIMEL, para la determinación de características ópticas de los aerosoles, como el espesor óptico.

Por otra parte, el Instituto de Aeronáutica Civil de Cuba (IACC) opera la red de estaciones meteorológicas ubicadas en los aeropuertos del país. El Ministerio de Salud Pública ejecuta el control de la composición de la atmósfera en el nivel de impacto, especialmente en los asentamientos poblacionales influidos por emisiones de fuentes contaminantes, sobre la base del programa conjunto OMS-OMM en este sector.

Para la cuantificación del recurso agua, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) opera tres tipos de redes hidrológicas superficiales: pluviométrica, climática e hidrométrica, aunque la totalidad de los embalses contribuyen al monitoreo del escurrimiento superficial. También cuenta con pozos de observación del agua subterránea y estaciones de monitoreo de la calidad del agua. El INRH gestiona la red de calidad de las aguas (REDCAL) para el control y vigilancia de la contaminación (por sobreexplotación del recurso o vertimientos directos e indirectos a las aguas terrestres). La Red Mareográfica Nacional está constituida por 19 estaciones mareográficas y es operada por el Grupo Empresarial GEOCUBA.

La República de Cuba contribuye a los principales sistemas de recopilación de datos de la OMM, como son el Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS en inglés), la Vigilancia de la Atmósfera Global, el Sistema de Observación Global del Nivel del Mar (GLOSS en inglés) del Sistema Mundial de Observación de los Océanos (GOOS por sus siglas en inglés) y el Sistema Mundial de Observación del Ciclo Hidrológico (WYCOS).

Se dispone de sistemas de alerta temprana plenamente operativos. Se destacan la alerta temprana, avisos e informaciones sobre la amenaza o afectación de fenómenos meteorológicos peligrosos; la vigilancia, diagnóstico, alerta temprana y pronóstico de la sequía meteorológica y la sequía agrícola; la alerta temprana y prevención hidrológica; y la vigilancia de la sequía hidrológica. El modelo de gestión y prevención de riesgos de Cuba ha sido reconocido como líder a nivel regional y es uno de los mejores del mundo. El sistema de Defensa Civil abarca a todo el país y está organizado a todos los niveles, teniendo en cuenta la división político-administrativa y la estructura correspondiente del Estado. Se apoya en el uso de los recursos humanos y materiales pertenecientes al Estado, las organizaciones económicas y sociales y cuenta con la comprensión y apoyo de la población cubana.

Investigación

En Cuba, la realización de investigaciones científicas sobre el cambio climático ha constituido un proceso continuo, haciendo uso de la experiencia acumulada, de las nuevas evidencias científicas y de cada vez mejores herramientas de análisis y evaluación.

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 científico-técnicos, que han abordado aspectos del cambio climático. Entre ellos se encuentran el Programa Nacional “Los Cambios Globales y la Evolución del Medio Ambiente Cubano” y los programas ramales “Análisis y Pronóstico del Tiempo y del Clima Terrestre y Espacial” y “Conservación de los recursos naturales y gestión ambiental”. Recientemente entró en ejecución un nuevo programa de ciencia e innovación de interés nacional, titulado “Cambio climático en Cuba: impactos, mitigación, y adaptación”. La Red de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior también desarrolla investigaciones vinculadas a la temática del cambio climático. Mención aparte merece la contribución de especialistas cubanos a las evaluaciones periódicas del IPCC.

Educación y sensibilización pública

Este aspecto mostró avances desde la PCN, favorecidos por las políticas y proyectos estatales en marcha y el aumento de la información y el conocimiento, como resultado de una mayor y sistemática presencia de los temas relativos al medio ambiente y el cambio climático en los medios de prensa nacionales y locales. Cuba cuenta con una Estrategia Nacional de Educación Ambiental (ENEA) desde 1997, que incluye tanto las vías formales como no formales de educación. En el Sistema Nacional de Educación y en los planes de formación de profesionales de la educación superior, la educación ambiental ha sido reconocida como objetivo priorizado, lo cual ha permitido el desarrollo de acciones que posibilitan elevar la cultura ambiental de los alumnos con el cambio climático incluido, y el fortalecimiento de la relación de la escuela y la universidad con la comunidad. El contenido de las disciplinas de las carreras integra coherentemente temas concernientes a la educación ambiental, entre ellos algunos relacionados con el cambio climático.

Las campañas nacionales por el Día Mundial del Medio Ambiente a partir del año 2007, han estado dirigidas a promover la cultura ambiental, con énfasis en el enfrentamiento al cambio climático. La correspondiente al 2014 estuvo dedicada en particular a la adaptación al cambio climático. Muchas publicaciones periódicas han dedicado espacios dirigidos a informar, educar y sensibilizar sobre el tema al público en general.

Desde el Sistema Nacional de Radio y Televisión, se elaboró una estrategia informativa sobre el tema de cambio climático, tanto a nivel nacional como internacional. Entre 2011 y 2013 se transmitieron más de 700 programas de radio y televisión a nivel nacional y territorial relacionados con el tema. Se desarrolló el curso de Universidad para Todos sobre “Cambio Climático” y se inició otro sobre “Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo”. En los años 2009, 2011 y 2013 se realizaron los Congresos sobre Cambio Climático en el marco de la Convención Internacional “Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible” en la ciudad de La Habana.

En el contexto de la SCN se elaboró un programa de educación y sensibilización pública, a través de un amplio programa de consultas, con una variada representación de todos los sectores involucrados, proporcionando la participación de todas las provincias del país en el proceso. Incluyó a líderes de la sociedad civil y contó con una fuerte presencia femenina: más del 50 % de los participantes en los talleres de consulta fueron mujeres.

Fomento de la capacidad y cooperación Sur – Sur

Al igual que con la Primera Comunicación Nacional, la preparación de la SCN ha sido la principal fuente de oportunidades para la capacitación de los recursos humanos y el fomento de capacidades, a fin de asegurar la sostenibilidad de las actividades asociadas al cambio climático. Se impartieron numerosas conferencias y se realizaron varios talleres de

capacitación, con la asistencia de 218 personas y una amplia participación de expertos pertenecientes a diferentes sectores de la sociedad y específicamente de las mujeres.

También se han desarrollado proyectos con el apoyo internacional y se ha brindado una activa cooperación Sur–Sur, lo cual resulta un rasgo particular de la experiencia cubana en el contexto del cambio climático. Las acciones se han materializado a través del envío de expertos a diferentes países para apoyar la preparación de las comunicaciones nacionales, la evaluación de impactos y la adaptación, y la generación de escenarios de cambio climático. En relación con los pequeños estados insulares en desarrollo del Caribe, la cooperación ha alcanzado su expresión más alta con el memorando de entendimiento entre el Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC) y el INSMET de Cuba, con el objetivo de reforzar y aumentar los esfuerzos de ambas partes en cambio climático, por medio de una asociación de largo plazo. La cooperación con los pequeños países insulares se ha extendido a otras regiones, como el Pacífico. En algunos casos, estas acciones han sido apoyadas por países desarrollados y organizaciones internacionales. Durante el período transcurrido desde la presentación de la PCN tuvieron lugar 3 proyectos de creación de capacidades con el soporte financiero y técnico del FMAM/PNUD, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional y la Universidad de Toronto, Canadá.

Asimismo, concluyó el ejercicio de Autoevaluación Nacional de Necesidades de Capacidad para la Gestión Ambiental, mediante un proyecto FMAM/PNUMA, con resultados satisfactorios.

Información y trabajo en redes

Para la aplicación del artículo 6 de la CMNUCC y en cumplimiento del Programa de Trabajo de Nueva Delhi enmendado, se ofrece información pública sobre cambio climático, utilizando principalmente internet. Como parte del proceso de preparación de la SCN se creó el sitio de cambio climático de Cuba, con el propósito de lograr el necesario entendimiento y contribuir al cambio de actitud de las personas en su comportamiento hacia el medio ambiente. También existe la página web interactiva PRECIS-CARIBE, desarrollada por el INSMET y concebida para facilitar el acceso en línea a los escenarios de cambio climático a partir de las corridas de PRECIS, con vistas a facilitar su empleo en la región de Centroamérica, México y el Caribe. Además, varios sitios nacionales en la web brindan información al público sobre cambio climático o en temas asociados a él.

En cuanto al trabajo en redes, la elaboración de los tres componentes fundamentales de la comunicación nacional: inventario de GEI, mitigación del cambio climático e impactos, vulnerabilidad y adaptación, se realizó mediante tres redes de trabajo multidisciplinario, una para cada componente. También funcionan otras redes que incluyen el cambio climático entre sus objetivos de trabajo, entre las que se encuentran:

- la Red Agraria de Cambio Climático (RACC), coordinada por el Ministerio de la Agricultura, la cual fue creada para agrupar a todas las organizaciones científicas que tributan resultados a este ministerio;
- la Red de Medio Ambiente del Ministerio de Educación Superior, integrada por 17 universidades, 11 entidades de ciencia e innovación tecnológica y tres facultades de montaña, la cual promueve una cultura ambiental para el enfrentamiento del cambio climático y el desarrollo sostenible al interior de las universidades y en las comunidades;
- la Red Cubana de Formación Ambiental (REDFA-Cuba), que es la representación del Punto Focal cubano de la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, y considera al cambio climático como objeto de atención especial.

Cuba participa activamente en la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC). A nivel subregional, mantiene una estrecha cooperación con CCCCC y toma parte en el Foro de Perspectivas Climáticas para la Región del Caribe (CARICOF en inglés).

Limitaciones, barreras, vacíos, y necesidades de financiación, tecnología y capacidad

Las limitaciones que restringen o impiden la ejecución de acciones para una implementación efectiva de la CMNUCC en Cuba son, sobre todo, de índole económica y financiera, y constituyen un factor de vulnerabilidad adicional a los efectos del cambio climático, en particular para la adaptación. La principal barrera que limita el acceso a los principales flujos de financiamiento internacional y a tecnologías de punta, es el bloqueo económico, comercial y financiero al cual la República de Cuba se ve sometida por parte del Gobierno de los Estados Unidos de América (EUA). Esta arbitraria medida obstaculiza el acceso a fuentes financieras internacionales para nuevas inversiones; a suministradores que garanticen partes y piezas de repuesto, en específico aquellos dominados por EUA; y dificulta la obtención de tecnología avanzada, con una importante composición en materiales, software y patentes de Estados Unidos.

Una barrera notable en el proceso de preparación de las comunicaciones nacionales resulta la existencia de excesivos mecanismos burocráticos en los procesos de acceso y obtención del financiamiento internacional, y posteriormente, durante la ejecución del mismo. Se señalan también las barreras presentes en la adquisición de los paquetes de software necesarios, más aún para los procesos de evaluación, y el alto costo de los mismos, con el bloqueo económico, comercial y financiero como causa principal. Asimismo, clasifican como tal las restricciones impuestas por las agencias internacionales a las actividades habilitantes para la elaboración de las CN, en cuanto a los montos aceptados para la adquisición de equipamiento, sobre todo para la determinación de coeficientes de emisión y la identificación y diseño de medidas de mitigación.

La insuficiencia de los sistemas existentes para el monitoreo del clima y de la calidad del aire se determinó como un vacío. El Gobierno cubano ha continuado dedicando la máxima prioridad y notables recursos financieros a mantener los sistemas de observación existentes y la investigación científica dedicada al cambio climático, o relevante para el mismo, a pesar de las difíciles condiciones económicas aún presentes. La falta de recursos es una limitante a la capacidad intelectual con que cuenta el país, a fin de avanzar en los complejos estudios sobre el cambio climático. Otro vacío de peso lo constituye la escasez de bases de datos con el grado de desagregación y calidad requerido para la evaluación de los impactos del cambio climático. En el caso de la mitigación, dos cuestiones reclaman una atención especial en próximas Comunicaciones Nacionales: la estimación de factores de emisión propios del país y los estudios de costo-beneficio o de impacto de las opciones de mitigación, de lo cual adolecen la gran mayoría de las investigaciones realizadas y consultadas en esta dirección.

Para asegurar la sostenibilidad de la preparación de los futuros informes bienales (BUR) y las Comunicaciones Nacionales, en un ciclo ininterrumpido, se necesitan recursos financieros de fuentes internacionales, destinados al fortalecimiento institucional en apoyo a los colectivos encargados de garantizar su elaboración, y que trabajan en red en cada componente clave de la comunicación nacional.

Introducción general

Después de la publicación de su Comunicación Nacional inicial en 2001, la República de Cuba presenta ahora la Segunda Comunicación Nacional (SCN) a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Durante el tiempo transcurrido entre ambos reportes, mucho se ha avanzado en el conocimiento del cambio climático y sus implicaciones; no obstante, persisten grandes interrogantes e incertidumbres relacionadas con sus manifestaciones, que preocupan y ocupan a científicos, políticos y a la sociedad en general.

El clima de la Tierra siempre ha variado. Sin embargo, los rápidos cambios que se han producido en las condiciones climáticas del planeta desde mediados del siglo pasado se han debido, con una alta probabilidad, al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, producto de las actividades humanas. Otros factores de carácter antrópico también afectan al sistema climático, como son las emisiones de contaminantes y otros aerosoles, además de las modificaciones de la superficie terrestre (urbanización, deforestación), según refiere la Organización Meteorológica Mundial en el reporte sobre el Estado del Clima Mundial (OMM, 2013). Evidencias muy recientes allí reveladas reafirman que el decenio 2001 – 2010 ha sido el *“más cálido jamás registrado desde que se empezaron a realizar mediciones en la época moderna, hacia 1850. Asimismo, se establece que “... la temperatura media mundial del aire sobre la superficie terrestre durante este período de 10 años fue de 14,47°C ± 0,1°C. ... Esto es, 0.88°C por encima de la temperatura media durante el primer decenio del siglo XX (1901-1910)”*.

Ya en 2007, el 4^{to} Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) concluía que *“... el calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal y como evidencian ahora las observaciones del aumento en las temperaturas medias del aire y los océanos, el derretimiento generalizado de hielo y nieve y el incremento medio global del nivel del mar...”*. La misma fuente apuntaba que las mejores estimaciones del calentamiento medio del aire en superficie para los escenarios de emisión más bajo (B1) y más alto (A1FI) serían de 1,8°C y 4,0°C, con rangos de probabilidad de 1,1°C - 2,9°C y 2,4°C - 6,4°C, respectivamente, para el año 2100. Planteaba además que *“... los cambios en las precipitaciones muestran pautas sólidas a gran escala: generalmente aumentarán en la zona ecuatorial, disminuirán en los subtrópicos y se incrementarán en latitudes altas debido a una intensificación general del ciclo hidrológico mundial”*. En cuanto al nivel medio del mar, proyectó incrementos entre 0,18 y 0,59 cm para 2090 - 2099, respecto al promedio 1980-1999. Otras evidencias de cambio climático se acentuarán, como son la reducción de la cobertura de nieve y la extensión y profundidad del suelo helado permanentemente, o el incremento en la frecuencia de eventos meteorológicos y climáticos extremos.

Pero los cambios pudieran sobrevenir de forma más acelerada y alcanzar magnitudes más allá de las inicialmente previstas. El Resumen para Responsables de Políticas del Quinto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo I del IPCC, presentado en septiembre de 2013, adelantaba que *“el nivel medio global del mar seguirá aumentando durante el siglo XXI”*. Para todos los escenarios utilizados, *“la tasa de aumento del nivel del mar será muy probablemente superior a la observada durante 1971-2010 debido al mayor calentamiento de los océanos y al aumento en*

la pérdida de masa de los glaciares y los mantos de hielo”. A su vez, reconoció que “las continuas emisiones de gases de efecto invernadero causarán un mayor calentamiento y cambios en todos los componentes del sistema climático”, y que “para limitar el cambio climático se requerirá una reducción sustancial y sostenida de las emisiones de gases de efecto invernadero”.

Fidel Castro Ruz, líder histórico de la Revolución cubana, señaló recientemente que *“...el cambio climático es el peligro más inminente que en menos de un siglo puede hacer imposible la supervivencia de la especie humana”*. De hecho, ha sido calificado por muchos como el principal problema ambiental del mundo hoy en día. No habrá futuro viable para hombres y mujeres, para la infancia y la juventud, si los seres humanos no asumen y proyectan el desarrollo de forma sostenible, en concordancia con las leyes que rigen la vida en la Tierra y la evolución del universo.

Ante tal realidad, la atención y acción frente a este desafío a escala global deben intensificarse. Aunque resulte contradictorio, no se logran todavía los avances requeridos en la mitigación del cambio climático, especialmente por parte de los países industrializados, para estabilizar primero y luego revertir la situación. Después de ingentes intentos por preservar los acuerdos alcanzados con el Protocolo de Kioto para el período 2008 - 2012, se extendió su vigencia hasta 2020, descartándose la posibilidad de un tercer período para la reducción de emisiones de las Partes incluidas en el Anexo I de la Convención. Mientras, se negocia un nuevo instrumento legal para 2015, con entrada en vigor en 2020, donde se mueven fuertes tendencias destinadas a asignar compromisos legales (vinculantes) de reducción de emisiones a todos los países Parte del Convenio.

En este contexto tan complejo, Cuba concluye el segundo reporte nacional a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC. Vale recordar que la salida de la Primera Comunicación Nacional (PCN) constituyó sin dudas un hito en los estudios ambientales, socioeconómicos y científico-tecnológicos efectuados hasta entonces en el país. Su importancia no radicó solo en el nivel científico alcanzado por las evaluaciones, o en la utilidad práctica de sus resultados para la toma posterior de decisiones por las autoridades correspondientes. Reveló las capacidades existentes en las instituciones cubanas para incorporarse a un proceso de gran complejidad y rigor, que presuponía la generación o asimilación de aportes y conocimientos novedosos en el campo de la protección de los recursos naturales, sin obviar la experiencia acumulada durante muchos años en sus respectivas especialidades.

La confección de esta nueva versión del documento se desarrolló bajo el amparo del proyecto internacional “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” - PIMS N° 3498, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), más conocido como GEF por sus siglas en inglés; e implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Por la parte cubana, la supervisión y control de la marcha del proyecto corrió a cargo del Ministerio de Comercio Exterior y la Colaboración Extranjera (MINCEX), como organismo de relación, junto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), en específico su Dirección de Relaciones Internacionales (DRI). De forma más directa, la Agencia del Medio Ambiente y el Instituto de Meteorología asumieron la coordinación de las

actividades, no solo limitadas a la elaboración del informe, sino que se orientaron también a la ampliación del conocimiento técnico y al impulso de la implementación de otras acciones nacionales clave en respuesta al cambio climático.

Como corresponde a las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención (NAI), la SCN de Cuba se preparó bajo las Directrices de la Convención adoptadas por la Conferencia de las Partes en su octava sesión, mediante la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002). La aplicación del correspondiente Manual de Usuario (CMNUCC, 2004), que contiene una descripción detallada sobre los aspectos a reportar, fue esencial para garantizar el uso efectivo y eficiente de las Directrices al momento de confeccionar el informe. Se contó con la mejor información disponible actualmente en el país, de la forma más consistente, transparente y comparable posible, con la flexibilidad debida. Vale destacar también el acompañamiento del Programa de Apoyo a las Comunicaciones Nacionales de las Partes NAI (NCSP en inglés) durante todo momento, con énfasis especial en las etapas de capacitación inicial y de revisión final de los resultados.

De inestimable puede calificarse el apoyo brindado por los Organismos de la Administración Central del Estado en la preparación de esta Comunicación Nacional. Además de ofrecer sus instituciones, el personal calificado y la información requeridos para estudiar los impactos de este fenómeno global en el país, así como comprometerse a implementar las correspondientes medidas para contrarrestarlo, el Estado cubano contribuyó sustancialmente con recursos materiales y monetarios. Más de diez proyectos con financiamiento nacional, adscritos a diferentes programas de investigación científica, acompañaron la ejecución del proyecto internacional, cuyo monto se estimó en más de un millón y medio de pesos cubanos.

En la elaboración de la SCN participaron actores nacionales clave. Esta característica facilitará el uso práctico de sus resultados como herramienta útil para la toma de decisiones, con inclusión del cambio climático. El informe constituye el producto final de un largo proceso de síntesis, revisión y consulta a decisores de la esfera gubernamental, la comunidad académica, organizaciones no gubernamentales y sociales, entre otros. Ha tenido lugar en medio de una coyuntura socioeconómica en evolución, marcada por importantes transformaciones en el país, refrendadas en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución Cubana, en implementación desde 2011.

Dentro del nuevo informe, el peso de la componente relacionada con la adaptación al cambio climático vuelve a ser considerable, al ser Cuba una Parte NAI y un pequeño estado insular en vías de desarrollo. Con respecto a la PCN, no solo se ha ampliado el alcance de la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad, sino también se muestran los resultados iniciales de un análisis integrado, en una zona altamente vulnerable localizada en la región occidental del país. Ambos ejercicios se efectuaron sobre la base de una actualización de las variaciones y cambios acaecidos en las condiciones climáticas del territorio nacional, incluyendo los eventos extremos, y de nuevos escenarios climáticos, con mayor resolución, respectivamente. Junto con esto, el reporte incorpora nuevos elementos para la mitigación en diferentes sectores socioeconómicos de interés, incluyendo la formulación de escenarios y su evaluación económica.

Otros aspectos medulares, como la transferencia de tecnología, la comunicación y educación ambiental, la investigación científica, el fomento de capacidades y el trabajo en redes, etc., tienen representación en la presente edición. Adicionalmente, se conformó y se deja operativo el sitio web www.cambioclimatico.cu. El inventario de gases de efecto invernadero (GEI), elemento inicial y clave en toda la evaluación, recoge no solamente las emisiones y absorciones registradas por Cuba en 2000 y 2002, junto con la actualización de todos los años pares desde 1990 hasta 2002 y el período en su totalidad; se ha incorporado también información relativa a datos de actividad específicos del país y factores de emisión determinados propiamente para condiciones tropicales insulares como las de Cuba. El informe se acompaña de un resumen ejecutivo en idiomas español e inglés, para facilitar una lectura rápida de sus principales resultados.

La SCN incorporó además diversos resultados provenientes de proyectos nacionales e internacionales desarrollados en el país entre la Primera y Segunda Comunicaciones, así como las opciones emanadas de ellos, los cuales han quedado debidamente señalados en los capítulos correspondientes.

Varios productos colaterales se obtuvieron en el marco de la SCN, la mayoría de los cuales se ha publicado en formato digital o en impresos. En ellos se profundiza en los aspectos técnicos de las evaluaciones realizadas. Por otra parte, y promovido por la representación local del PNUD y la AMA, se establecieron y consolidaron sinergias con otros proyectos de corte medioambiental, donde la Comunicación Nacional funcionó como sombrilla integradora de resultados y salidas vinculadas con el cambio climático. Este rasgo ya va resultando distintivo del proceso preparatorio de las Comunicaciones Nacionales en el país, caracterizado también por el funcionamiento permanente de los equipos técnicos por componentes, el empleo de metodologías nacionales o adaptadas al contexto específico, el incremento gradual de la atención a la mitigación como estrategia de respuesta, o la importancia creciente de otras informaciones de interés para la implementación de la Convención. Todos ellos deberán reforzarse en las versiones futuras del informe y resultan oportunidades ante los nuevos retos planteados a las Partes NAI en sus Comunicaciones Nacionales.

Mención aparte merecen la formación y capacitación de recursos humanos en el contexto de la SCN. El proyecto ha constituido una oportunidad excelente para el fomento de nuevas capacidades y la mejora de las existentes. Basadas en el capital institucional y humano con que hoy cuenta el país, creado en lo esencial durante los últimos 50 años, estas acciones han sido fundamentales para garantizar la sostenibilidad de las actividades relacionadas con el cambio climático por más de 15 años. Tal proceder se vincula además con la colaboración con países desarrollados y en una activa cooperación Sur-Sur. A su vez, y como buena práctica, puede señalarse la interacción permanente con las agencias del sistema de las Naciones Unidas relacionadas con el tema, en especial con PNUD. En este contexto, la SCN contribuye a impulsar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, sobre todo de aquellos relativos a la educación, la seguridad alimentaria y nutricional, la preservación de la salud humana en su sentido más amplio, el enfoque de género, el desarrollo socioeconómico y, en especial, con el objetivo N° 7, *Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*, y sus cuatro metas.

Con la culminación de la Segunda Comunicación Nacional se cierra un ciclo iniciado en 2009, cuyo saldo es definitivamente positivo. Tanto la preparación del informe como la salida del documento final no deben verse como momentos o esfuerzos aislados, ejecutados de forma independiente. Constituyen elementos clave en la articulación del Programa para el Enfrentamiento de la Sociedad Cubana al Cambio Climático, concebido en varios niveles y que involucra a múltiples participantes. Otros integrantes del programa son los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) para diferentes extremos climáticos, implementados hasta el nivel local; y el macroproyecto denominado *Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100*. Además, como plataforma científica cuenta con el Programa Científico-Técnico Nacional titulado *El Cambio Climático en Cuba: Impactos, Mitigación y Adaptación*; que responde a las líneas prioritarias establecidas para el desarrollo del país en los próximos años, con un elevado nivel de integración.

Los elementos aportados anteriormente ratifican la alta prioridad, la sensibilidad y el compromiso que han caracterizado al Estado cubano al abordar la problemática del cambio climático, donde la voluntad política para enfrentarlo en todas sus aristas es manifiesta y está salvaguardada bajo cualquier circunstancia. La Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático es una muestra fehaciente de ello.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

1.1 Introducción

La protección del medio ambiente y el uso sostenible de sus recursos naturales ha constituido siempre una prioridad para el Estado cubano. El proceso revolucionario cubano se caracteriza esencialmente por su carácter humanista, con un objetivo principal en la constante elevación del nivel y la calidad de vida de la población; busca crecer económicamente, preservando el medio ambiente y en un marco de equidad social.

La creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), en 1994, constituyó un momento importante en el fortalecimiento de la política y la gestión ambiental nacional. El CITMA, en su condición de Organismo de la Administración Central del Estado (OACE) rector de la política ambiental, es el encargado de desarrollar estrategias acordes con las líneas generales ya mencionadas y concertar las acciones encaminadas a mantener y superar los logros ambientales alcanzados por el Estado cubano; contribuir a minimizar o eliminar las insuficiencias aún existentes; mantener el mejoramiento constante de la calidad de vida de su población; además de asegurar que la dimensión ambiental sea efectivamente considerada en las políticas, programas y planes de desarrollo del país, a todos los niveles.

Bajo la conducción del CITMA, en 1997 se aprobó la “Ley del Medio Ambiente”, todavía vigente y que ubica al hombre en el centro de la atención de los problemas del medio ambiente y el desarrollo.

Los elementos claves de la política y la gestión ambiental del país, válidos para un período dado, se estructuran en la Estrategia Ambiental Nacional (EAN) para ese período. En ella se definen los principales problemas ambientales y las acciones para enfrentarlos. La EAN diseñada para el período 2011-2015 (CITMA, 2010), hoy vigente, es el documento de la política ambiental cubana donde se establecen los principios que sustentan el quehacer ambiental del país para esos años, se caracterizan los principales problemas ambientales de hoy y se proponen las vías e instrumentos para su prevención, solución o minimización.

En la EAN antes referida, los impactos del cambio climático tienen un tratamiento diferenciado, al ser reconocido este fenómeno entre los cinco principales problemas ambientales en Cuba, dada la elevada vulnerabilidad del país a sus efectos adversos, en particular por su condición de archipiélago. Las limitaciones actuales, económicas y financieras, constituyen un elemento de vulnerabilidad adicional, que restringen la ejecución de importantes acciones, en especial para la adaptación al cambio climático.

Siguiendo los principios y lineamientos de la actual EAN, la casi totalidad de los sectores nacionales elaboran sus propias Estrategias Ambientales. De forma similar, las 15 provincias y el Municipio Especial Isla de la Juventud cuentan con sus Estrategias Ambientales Territoriales (EAT). La coordinación de las acciones previstas en todos estos marcos estratégicos asegura, en gran medida, la real

ejecución de las acciones para la solución de los problemas ambientales identificados.

Otra expresión clara de la particular preocupación y atención del Estado cubano al problema del cambio climático son los acuerdos del Consejo de Ministros del año 2009, por los cuales se puso en vigor, y está hoy en plena ejecución, el “Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático de la Sociedad Cubana”. En esencia, este Programa identifica las acciones que los principales sectores nacionales deberán acometer, tanto en el campo de la mitigación como, y principalmente, en la adaptación a sus impactos.

Este capítulo ofrece una caracterización general del archipiélago cubano, destacando su estructura y condiciones económicas actuales, el estado del medio ambiente nacional y la situación de sus principales recursos naturales. Con todo ello señala la vulnerabilidad real del país a los efectos adversos del cambio climático, y al propio tiempo, sus capacidades y limitaciones para lograr una adaptación a los impactos asociados.

1.2 Caracterización geográfica del archipiélago cubano

Cuba se encuentra en el llamado Mediterráneo Americano, entre los 19° 49' 36" y 23° 17' 09" de latitud N, y los 74° 07' 52" y 84° 54' 57" de longitud W (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001), entre el Golfo de México, el estrecho de La Florida, los canales de San Nicolás y Viejo de Bahamas al norte; el Mar Caribe occidental y el estrecho de Colón al sur; y el Canal de Yucatán y el Paso de Los Vientos, al oeste y al este, respectivamente (Figura 1.1).

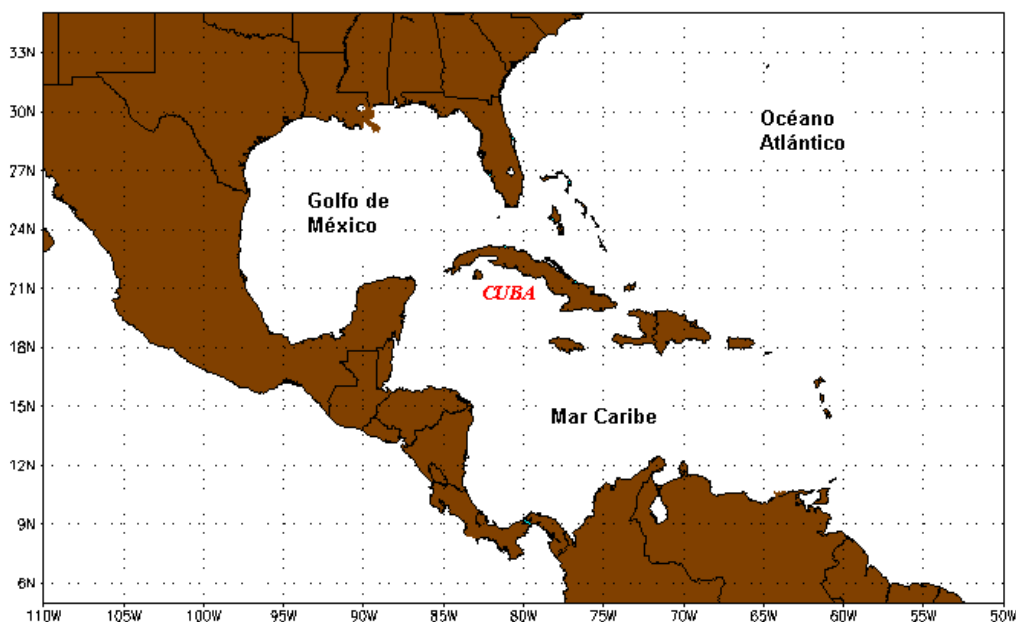


Figura 1.1 Entorno regional del archipiélago cubano.

El archipiélago cubano está formado por la isla de Cuba, la Isla de la Juventud y más de 1 600 islas, islotes y cayos, que en su conjunto alcanzan una extensión superficial de 110 922 km². A la isla de Cuba le corresponde un área aproximada de

105 007 km²; a la Isla de la Juventud, 2 200 km²; y la superficie de los restantes cayos e islotes es de 3 715 km², mientras que la plataforma insular se extiende por unos 67 832 km². La costa norte tiene una longitud de 3 209 km, y la sur de 2 537 km, para un total de aproximadamente 5 746 km de costa (Furrazola y Núñez, eds., 1997).

Cuba es una isla larga y estrecha que mide 1 250 km desde el Cabo de San Antonio, en el extremo occidental, a la Punta de Maisí, en el oriental. En su parte más ancha alcanza 191 km y en la más estrecha 31 km. Esta configuración, junto con la orientación de este a oeste, no permite la existencia de ríos largos y caudalosos. Por esta causa, los recursos hídricos superficiales y subterráneos son limitados, los ríos presentan cuencas pequeñas, cursos cortos de poco caudal y con una evacuación rápida de las avenidas al mar. Las cuencas subterráneas están vinculadas al fuerte desarrollo cársico, y se destinan a satisfacer las principales demandas de agua, de la producción y la población.

Desde el punto de vista político-administrativo, el país se divide en 15 provincias y 168 municipios, incluyendo al Municipio Especial de la Isla de la Juventud; desde el punto de vista geoeconómico se reconocen tres regiones: Occidental, Central y Oriental. En la plataforma poco profunda se identifican cuatro zonas: plataforma noroccidental, plataforma nororiental, plataforma suroriental y plataforma suroccidental, las cuales se distinguen por su profundidad.

El país cuenta con tres zonas fundamentales de pesca: el litoral estuarino, con un área de 8 500 km²; los seibadales y arrecifes coralinos, de 45 000 km²; y las aguas oceánicas, que es el área más extensa.

Cuba tiene un relieve variado, con cuatro sistemas montañosos que ocupan 19 594 km², equivalentes al 18% del área total del país: la cordillera de Guaniguanico, en el occidente; la Cordillera de Guamuhaya en el centro; el macizo Nipe-Sagua-Baracoa; y la Sierra Maestra, ambos en el oriente del país. En este último sistema se localiza la mayor altura del territorio nacional, el Pico Real del Turquino, con 1 974 m sobre el nivel medio del mar. Las llanuras representan el 82% de la superficie total y tienen orígenes diversos. Se destacan las típicas llanuras costeras y las fluviales, con procesos de origen cársico, biogénico y la acción del intemperismo; las zonas más bajas corresponden a ciénagas y ciénagas costeras.

Existe diversidad de suelos, los que por su génesis se clasifican en 10 grupos. Entre los más difundidos se encuentran los ferralíticos, los pardos, los aluviales, los fersialíticos y los húmicos, donde se desarrollan las actividades agropecuarias y forestales, según las potencialidades locales.

1.3 Condiciones climáticas generales

Las condiciones climáticas del archipiélago cubano están determinadas por su posición geográfica, en una latitud muy próxima al Trópico de Cáncer, en el hemisferio norte. Recibe altos niveles de radiación solar durante todo el año, lo cual condiciona el carácter cálido de su clima; a su vez, la cercanía al trópico presupone la influencia estacional de organismos tanto de la circulación atmosférica tropical como de la extratropical.

En los meses de mayo a octubre, el estado del tiempo está determinado por la posición e intensidad del anticiclón del Atlántico Norte, también llamado de Azores – Bermudas; las condiciones meteorológicas varían relativamente poco, y sólo el paso de disturbios tropicales (ondas barométricas del este, ciclones tropicales) interrumpe esta influencia, con un incremento en la actividad de lluvias.

En cambio, el tiempo se presenta mucho más variable de noviembre a abril, según los procesos y fenómenos de la circulación extratropical que predominan. Un cambio apreciable en las condiciones meteorológicas se produce tras el paso de los frentes fríos, volviéndose en general más frescas y secas, que se van tornando paulatinamente más cálidas hasta la llegada del próximo frente frío, por lo que aún en esta época del año se reportan días cálidos con cierta frecuencia. Estos fenómenos afectan mayormente la porción occidental del país. También es interesante la presencia de sistemas de bajas presiones extratropicales al norte de Cuba, que preceden la entrada de los frentes fríos y provocan vientos del sur fuertes secos y calientes, muy molestos y dañinos para los cultivos, llamados Sures.

Las condiciones físico-geográficas imponen una diferenciación adicional en el clima de Cuba. A pesar de su relieve mayormente llano u ondulado, la ubicación y altura de los principales sistemas montañosos, junto con las características locales de la circulación atmosférica, provocan que el clima tropical con estación lluviosa en el verano (Aw, según la clasificación de Köppen, modificada) predominante en el país (Figura 1.2) transite hacia otros tipos y subtipos en determinadas áreas. Ellos son:

- Clima tropical húmedo de selva, lluvioso durante todo el año (Af), principalmente en la vertiente de barlovento de las montañas del Grupo Nipe-Sagua-Baracoa, al nordeste de la región oriental; los totales de precipitación anuales sobrepasan los 3 000 mm, con los mayores acumulados en los meses de noviembre a abril, contrario al resto del país.
- Clima seco de estepa (BS), con condiciones de aridez y poca lluvia; la precipitación total anual no supera los 600 mm; se manifiesta fundamentalmente en la franja costera sur de las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo.
- Climas C, propios de latitudes medias, a mayor altitud, con temporada lluviosa de mayo a octubre; se distinguen dos variantes: una con verano cálido (Cwa) en el grupo de Guamuhaya y las montañas orientales, y otra con verano fresco (Cwb) en las cimas más altas de la Sierra Maestra y del Grupo Nipe-Sagua-Baracoa.

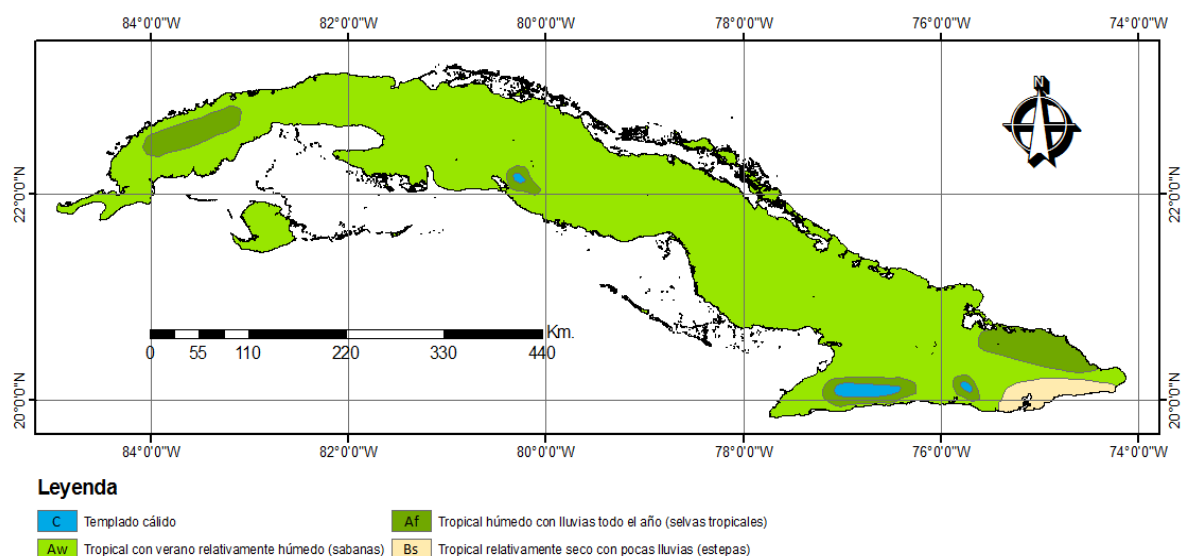


Figura 1.2 Tipos de clima en Cuba, clasificación climática de Köppen (modificada).

Otros factores geográficos, como las corrientes marinas y la distancia al mar, tienen un papel importante en la determinación de las condiciones climáticas del país. La corriente cálida del Golfo (Gulf Stream), que circula por los mares adyacentes a Cuba, garantiza una alta temperatura superficial del mar, y favorece el régimen de lluvias en una latitud donde predominan los grandes desiertos. Por otra parte, la configuración alargada y estrecha de Cuba asegura que ningún punto del territorio nacional se encuentre muy lejos del mar, lo que suaviza apreciablemente la marcha de las principales variables climáticas. En conclusión, se acepta que el clima de Cuba es tropical estacionalmente húmedo, con rasgos de semicontinentalidad e influencia marítima.

La temperatura media anual varía desde 24°C en las llanuras hasta 26°C y más, en las costas orientales, con magnitudes inferiores a 20°C en las partes más altas de la Sierra Maestra. A pesar de su condición tropical, dentro del año se presenta cierta estacionalidad en el régimen térmico, con dos temporadas conocidas como: *verano (estación lluviosa)*, de mayo a octubre, donde julio y agosto son los meses más calurosos; e *invierno (estación poco lluviosa)*, de noviembre a abril, con enero y febrero como meses más fríos. Los extremos absolutos de las temperaturas máximas y mínimas se registraron en Jucarito, provincia de Granma (38,8°C, 17 de abril de 1999) y en Bainoa, provincia de Mayabeque (0,6°C, 18 de febrero de 1996), respectivamente. Como es usual en la zona tropical, la oscilación térmica diaria es mayor que la anual.

Los volúmenes pluviales más notables se asocian a ciclones tropicales, frentes fríos, tormentas locales y ondas tropicales; el récord es de 867 mm en 24 horas (1ro de junio de 1988, sur de Cienfuegos). A pesar de que la lámina media de lluvia es de 1 335 mm para toda Cuba, de forma recurrente se presentan eventos de sequía cuya duración puede extenderse incluso por varios años.

En el clima de Cuba, los ciclones tropicales y las tormentas locales severas (tornados, granizadas, trombas marinas y vientos lineales superiores a 90 km/h) son los fenómenos meteorológicos a los que se asocia el mayor peligro de desastre, y

son responsables de algunos de los extremos climáticos observados. La temporada ciclónica va del 1ro de junio al 30 de noviembre, en la que el bimestre septiembre-octubre es el de mayor afectación y octubre el mes más peligroso, al haberse reportado la mayor parte de los huracanes intensos. La frecuencia de organismos ciclónicos tropicales varía desde ningún organismo hasta cuatro anualmente; como promedio afecta un ciclón tropical en el año, y un huracán cada dos. El azote de estos eventos es más frecuente hacia la región occidental del país. Por otra parte, las tormentas locales severas ocurren durante todo el año, con marcado predominio de marzo a octubre y en horas de la tarde.

1.4 Principales peligros de origen natural, riesgos y desastres

Los eventos severos en localidades y épocas atípicas se percibían hasta ahora como parte de la variabilidad climática. Sin embargo, las proyecciones del clima futuro indican que estos mismos fenómenos pueden incrementarse en intensidad y frecuencia, debido al aumento de las concentraciones de GEI y los cambios en los procesos naturales a ellas asociados.

Cuba, a pesar de ser un pequeño estado con limitados recursos financieros, ha incorporado la reducción de riesgos de desastres a sus estructuras de gobierno a través de un sistema de Defensa Civil, con una dirección de alcance nacional y suprainstitucional y una estructura acorde con la división político-administrativa del país. Este sistema es el encargado de atender el universo de asuntos territoriales en materia de estrategias de respuesta, con planes de contingencia y de protección, tanto de la población como de los bienes económicos, sociales y ambientales. Los estudios de riesgo de desastre al nivel de país comenzaron en el 2005, con la promulgación de la Directiva No. 1 del Consejo de Defensa Nacional para la Planificación, Organización y Preparación del País para las Situaciones de Desastres. Los principales problemas detectados para Cuba son:

- Eventos hidrometeorológicos extremos
- Sequía intensas.
- Incendios en áreas rurales.
- Sismos y maremotos.

Inundaciones costeras por penetración del mar

Los ecosistemas costeros son extremadamente sensibles: en ellos, los factores morfológicos y la altura sobre el nivel del mar son claves para conocer el efecto de ciertos eventos hidrometeorológicos, en particular la surgencia por organismos ciclónicos tropicales y la penetración del mar por oleaje y vientos llamados Sures. Ellos provocan la sobre elevación del nivel del mar, con la consiguiente afectación a los asentamientos humanos y cultivos situados en las zonas más bajas.

En el caso de la *surgencia*, la fuerza de la ola funciona como una pared de agua salobre que se precipita de forma súbita sobre los elementos en exposición, que supera la fuerza generada por el viento acompañante y es capaz de ejercer presiones devastadoras, pudiendo destruir todo a su paso. Estos eventos tienen su

mayor impacto en los primeros 1 000 m tierra adentro desde la línea de costa, allí donde la altura del relieve no supera 1 m sobre el nivel medio del mar.

Los daños más significativos se deben al impacto directo sobre la morfología de la costa y las estructuras físicas creadas por el hombre, mientras los impactos indirectos incluyen erosión de las costas, afectación a las barreras coralinas y las inundaciones; también se afecta la infraestructura técnica cercana al borde costero, lo cual crea situaciones de incomunicación temporal o definitiva que repercuten en el funcionamiento de toda la actividad vital en el territorio impactado. Según Moreno et. al. (1998), las surgencias más significativas del país se observan en el tramo comprendido entre Estero de los Caimanes (Sur del municipio de Consolación del Sur, en la provincia de Pinar del Río) hasta Punta Gorda, en la Península de Zapata, Matanzas.

Según Mitrani, et. al. (2000), las inundaciones por *oleaje* dependen de factores como la velocidad y permanencia del viento, su alcance espacial (fetch) y la configuración geográfica de la costa, atendiendo a la orientación, profundidad, pendiente del fondo y dimensiones de la plataforma. Para los vientos de dirección Norte, el tramo más afectado es el que va desde Cabo de San Antonio hasta la península de Hicacos; en particular, el de mayor exposición es el litoral de la ciudad de La Habana. Para los vientos de dirección Sur, la zona más expuesta es la costa sur de las provincias occidentales.

Otra causa de inundación costera es el *ascenso del nivel medio del mar*, motivado por el cambio climático; según los escenarios actuales, podría llegar a 27 cm para el año 2050 y hasta 85 cm para el año 2100.

Inundaciones por lluvias y ruptura de embalses

Las inundaciones son uno de los fenómenos más expandidos, de ocurrencia anual y en todas las latitudes. Estas acumulaciones de agua pueden suceder de dos formas, anegación, cuando se produce en un lugar determinado, sin formar corrientes; y riada, si es un caudal circulante, con fuertes corrientes, por desbordamiento de un río.

Las inundaciones pueden provocar pérdidas de vidas humanas y daños en la agricultura, ganadería, suelos (erosión y saturación), en la vivienda y otras edificaciones, deslizamientos, destrucción de las vías comunicación y del sistema de alcantarillado de los asentamientos, la contaminación de las aguas y con ello el deterioro de las condiciones higiénico-sanitarias, lo que podría derivar en epidemias, al mismo tiempo que interrumpen el funcionamiento normal de la sociedad.

Los embalses son un elemento regulador muy importante en toda cuenca y ejercen una función destacada en el control de avenidas, además de propiciar el agua para el abasto a la población, la industria, la producción de energía eléctrica, y el riego. Aunque internacionalmente es un evento poco frecuente y en el caso de Cuba no ha ocurrido, las presas están sujetas a fallas que pueden provocar grandes catástrofes, lo cual obliga a identificar las posibles áreas de inundación aguas abajo. La expresión sintética de la distribución de las inundaciones en el territorio nacional y en las provincias se aprecia en el mapa de la Figura 1.3, el cual muestra el grado del peligro ante este evento.



Fuente: Rodríguez et. al. (2008).

Figura 1.3 Mapa de peligro de inundaciones por intensas lluvias y ruptura de embalses por municipios.

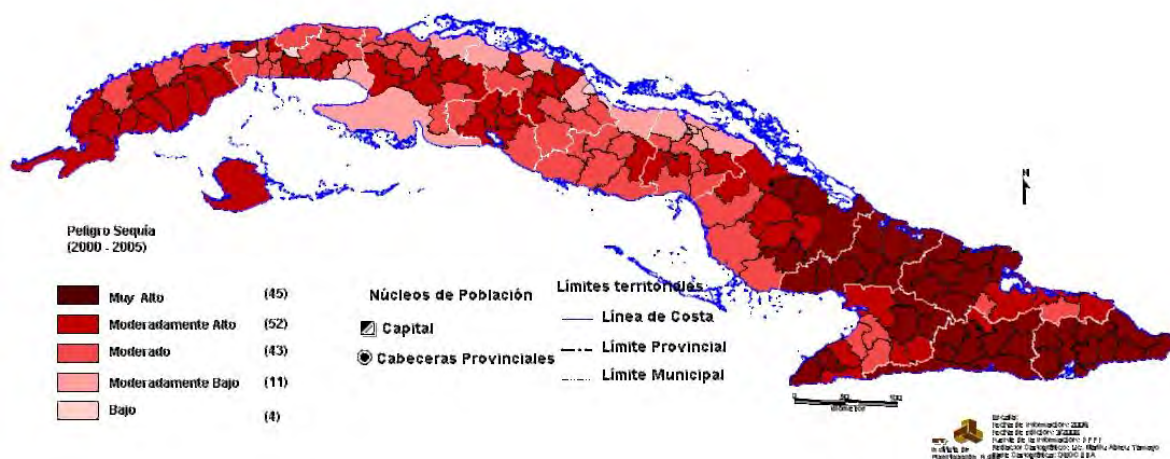
En el país hay un total de 1 512 asentamientos susceptibles a la afectación por inundaciones causadas por lluvia, donde habitan un total de 2 145 818 habitantes. Por ruptura de embalses se afectarían 673 asentamientos, con una población expuesta de 885 957 habitantes. De las 706 354 viviendas propensas a afectarse, las 174 602 en mal estado serían las más impactadas.

Sequías

La sequía es un fenómeno natural, de inicio lento, posiblemente el más estático y silencioso de los eventos extremos. Ocasiona las mayores pérdidas de producción en las regiones sin riego y, en muchas ocasiones, también en las que cuentan con él. Tiene asociada la escasez de agua potable para el consumo humano y animal y en la agricultura, que limita la capacidad de desarrollo económico y social, en particular si se combinan la dinámica de los factores naturales y la intervención humana.

La sequía, en su carácter multidireccional, también desempeña un papel determinante en el ciclo hidrológico y en particular, sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos, sus reservas y las características de su manejo y explotación. Ello obliga a tomar soluciones emergentes en las áreas afectadas, relacionadas con el abasto de agua, el riego y la generación de energía.

Los antecedentes de referencias a la sequía en Cuba se ubican a principios del siglo XIX, cuando la expansión agropecuaria se abrió paso con una acelerada tala de los bosques. A pesar de los esfuerzos realizados en el país por la reforestación, los cambios en la circulación atmosférica regional observados han conducido a procesos de sequía más severos y largos, con su consecuente afectación a los suelos y a la agricultura. El mapa de la Figura 1.4 muestra el grado de peligro ante los eventos de sequía agrícola al nivel municipal.



Fuente: Rodríguez et. al. (2008).

Figura 1.4. Grados de peligro ante los eventos de sequía agrícola por municipios.

Sismos

Se producen fundamentalmente por el movimiento o ruptura de una parte de la corteza terrestre, por efecto del desplazamiento de dos bloques separados por una falla. El archipiélago cubano pertenece a la faja que en América Central se une a la gran zona sísmica del Océano Pacífico. Cuba, por su ubicación geográfica y sus características geólogo-tectónicas, está expuesta a actividad sísmica en mayor o menor grado.

La zona de mayor peligro sísmico del país es capaz de originar fenómenos con magnitudes máximas entre 7.6 – 8 grados en la escala de Richter, con efectos de más de 8 grados de intensidad en la escala MSK; se caracterizan por ser movimientos sísmicos del tipo *entre placas*. En estos intervalos de peligro se encuentra la región sudoriental, por su proximidad a la principal zona sismogeneradora del área del Caribe, conocida como Bartlett-Caimán y que se ubica al sur de las provincias de Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo. Es en esta área donde se han producido sismos de gran intensidad, que han ocasionado importantes daños materiales y la pérdida de vidas humanas, y donde se localizan grandes ciudades como Santiago de Cuba y Guantánamo, con poblaciones de más de 700 000 y 300 000 habitantes respectivamente, según el Censo del 2012 (ONEI, 2014b).

Otro tipo de movimiento sísmico es el conocido por *ínter placa*, que caracteriza al resto de los reportes de movimientos tectónicos en los municipios del país. La frecuencia de ocurrencia de eventos con magnitudes máximas es baja, inferiores a las vinculadas a sismos del tipo *entre placas*.

Una revisión a las intensidades de los sismos en la clasificación MSK para períodos de recurrencia de 100 años, sobre la base de los datos sismológicos reportados en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba (Instituto de Geografía, 1989), permite conocer que en la región occidental las intensidades máximas esperadas son menores que 5; en la región central llegan hasta 7; y en la región oriental hasta 8, donde la mayor

aparición es en municipios de Santiago de Cuba y Guantánamo, pudiendo incluso alcanzar magnitud de 9 cuando el periodo de recurrencia o retorno es de 1 000 años. Al oeste de la provincia de Las Tunas también se reportan valores, pero más bajos.

El resumen de la estimación del peligro, por municipios, se muestra en la Figura 1.5. Allí se observa la ubicación de los nueve municipios clasificados de muy alto peligro, los cuales se localizan en su totalidad en la región suroriental del país. Ellos son: Pílon y Niquero en la provincia de Granma; Santiago de Cuba, Palma Soriano, Tercer Frente y Guamá en la provincia de Santiago; y Manuel Tames, Caimanera y Niceto Pérez, en Guantánamo. Al peligro alto corresponden 41 municipios, predominantemente en la misma región oriental y rodeando espacialmente a los anteriores.



Fuente; Rodríguez et. al. 2008.

Figura 1.5 Estimación del grado de peligro por movimientos tectónicos por municipios.

Vientos

Los ciclones tropicales afectan en general a todo el país; sin embargo, la mayor probabilidad de cruce o aproximación al territorio nacional se presenta en la región occidental de Cuba, como muestra la Figura 1.6. Estos fenómenos naturales ocasionan un riesgo alto para el sector de la vivienda debido a la fuerza de sus vientos, y sus impactos dependen de las características de los elementos en exposición y su capacidad de resistir esas velocidades, así como del tiempo de exposición.



Fuente: Moreno et. al., (2007)

Figura 1.6 Mapa de la probabilidad (%) de afectación por al menos un huracán al año a Cuba (1799-2005).

Tomando como referencia al huracán Dennis, de julio de 2005, con categoría 4 y que llegó a alcanzar la categoría 5 en la escala de Saffir Simpson (vientos de más de 251 Km/hora), y que recorrió más de 600 km del territorio cubano durante unas 40 horas, se afectaron directamente 11 provincias, donde residen 8 millones de personas. Ello significa un 83% del total de ellas expuestas a los peligros por estos fenómenos, por lo cual este evento puede clasificarse como particularmente devastador. En el propio año 2005, la provincia de La Habana sufrió los efectos de los vientos asociados a los ciclones tropicales Dennis, Katrina, Rita y Wilma, así como se vio sometida a la presencia de fuertes vientos sures en la temporada poco lluviosa del año.

Otros vientos, asociados a tormentas con lluvias intensas, tornados, o los denominados Sures, pueden producir afectaciones de carácter local y repercuten igualmente en el riesgo de esos territorios, en dependencia de los mismos factores mencionados antes (exposición, tiempo de afectación, entre otros).

Incendios forestales

La época de mayor peligro para el surgimiento de incendios en áreas rurales está comprendida entre los meses de febrero y mayo, fundamentalmente por la existencia de bajos niveles de humedad en la atmósfera y los suelos, coincidiendo con el final del período poco lluvioso y también por la aparición de fuertes vientos que favorecen su propagación. No obstante, en los últimos años han ocurrido incendios en meses posteriores, asociados a la intensificación de procesos de sequía y al bajo cumplimiento de las actividades de prevención para la reducción de estos desastres, lo cual ha propiciado la aparición de incendios de grandes proporciones.

Por territorios, los principales eventos han sido reportados en Pinar del Río e Isla de la Juventud (en áreas de plantaciones forestales de coníferas), Sancti Spíritus, Cienfuegos, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas (fundamentalmente en bosques pastizales), Santiago de Cuba y Guantánamo (en zonas boscosas de montaña), con afectaciones en casi la totalidad de sus municipios.

Ha podido identificarse que la mayor parte de estos eventos son provocados por la irresponsabilidad ciudadana o por negligencia. Le siguen en importancia los

generados por causas desconocidas; y en tercer lugar los de origen natural, producto del comienzo de un incendio a partir de una descarga eléctrica, exceso de calor en los sustratos herbáceos que favorecen el inicio del fuego y otros, en lugares donde se acumulan grandes volúmenes de materiales combustibles y que pueden ser ayudados por las características del viento.

Deslizamientos de tierra

Son el resultado de la acción combinada de varios factores: pendientes muy inclinadas, exceso de precipitación, estructuras geológicas falladas o muy saturadas de agua, al igual que suelos sobresaturados, cuya incidencia viene reflejada por desprendimiento de suelo y roca, que arrasa, sepulta o daña parcial o totalmente los diferentes elementos en riesgo, interpuestos en su paso. También pueden verse favorecidos por la inadecuada intervención humana al construir carreteras, sistemas de drenaje, captación de agua insuficiente o localización de instalaciones o viviendas donde el riesgo es muy alto, o cuando se debilita la estructura geológica o se interpone al paso de las aguas, generándose condiciones propicias para el desarrollo del evento. Puede considerarse que este peligro es poco significativo en Cuba; en buena medida se localiza en zonas montañosas, en particular en la proximidad de caminos que no cuentan con la totalidad de obras de fábrica requeridas.

Retroceso de la línea de costa

Los estudios existentes en el país se han enfocado al retroceso de las costas por erosión de las dunas arenosas (en el caso de las playas), el estrés salino, la muerte del mangle, la erosión de sedimentos por hundimiento de costa, y los movimientos neotectónicos de descenso en zonas bajas. En la costa norte del municipio de Minas de Matahambre, Pinar del Río, se reporta que en los últimos años la línea de costa ha retrocedido a un ritmo de 10 m/año.

En la costa sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque, se han realizado observaciones sobre el retroceso de la línea de su costa baja, con localidades donde se registra una entrada del mar a un ritmo de 3 m/año, comprobado a través de fotos aéreas y la visualización de la pérdida de instalaciones, con dunas arenosas que originalmente se apreciaban 50 años atrás en estos territorios.

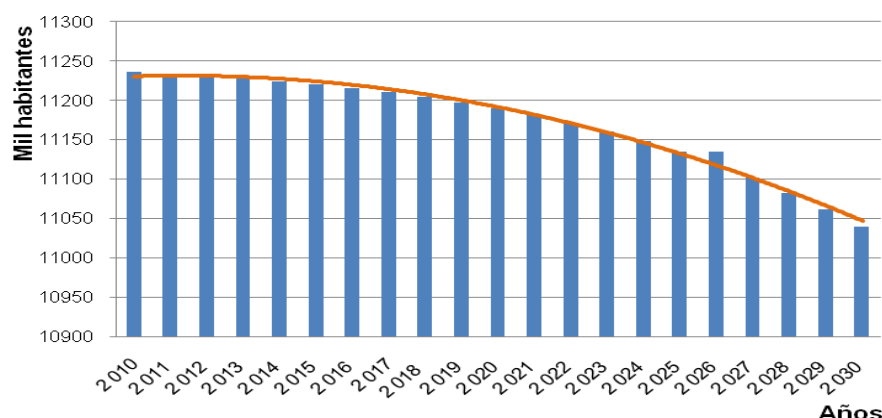
Este evento constituye un peligro para las zonas costeras bajas, acumulativas, arenosas o terrígenas, con manglar que por diversas causas puede haberse visto afectado, con lo que paulatinamente ha dejado de ejercer su función reguladora del ecosistema, de tránsito entre las zonas de tierra firme y el medio marino. Es un proceso importante que se ha referenciado en algunas localidades y que en lo sucesivo habrá que seguir, en particular en vínculo directo con los estudios que se desarrollen en el ámbito del ascenso del nivel mar por el cambio climático.

1.5 Población, salud y educación

En diciembre 2013, la población cubana había llegado a 11,2 millones de habitantes, con un equilibrio entre los sexos (unos 994 hombres por cada 1 000 mujeres); casi el 76,8 % del total de habitantes del país vivían en zonas urbanas (ONEI, 2014e).

La tasa global de fecundidad, que se ha mantenido oscilando hasta hacerse francamente decreciente desde 2002, cuando fue de 1,67; ha mostrado una ligera recuperación en los últimos años y al cierre de 2013 ya era de 1.71, aunque siempre en valores por debajo del nivel de reemplazo. Este proceso estuvo acompañado de la reducción de la mortalidad general, que ha tenido un ligero incremento desde 2012, con una tasa de alrededor de 8,2 por mil habitantes en 2013; y la infantil, a 4,2 por mil nacidos vivos, con el consiguiente incremento en la esperanza de vida, que llega a 77,97 años. De esta situación ha comenzado a ser preocupante la reducción de la población de 0 - 14; el estancamiento de la población entre 15 y 59 años; y el crecimiento de la población mayor de 60 años, que en 2013 llegó a ser el 18,7 % del total de la población. Ello ubica a Cuba entre los países más envejecidos de América Latina y el Caribe, y dentro de dos o tres décadas pasará a ocupar el primer lugar.

A partir de esta proyección (Figura 1.7) se puede estimar que para 2030 habrá alrededor de 1,2 millones de personas mayores de 60 años más que en 2007, mientras que la población entre 15 y 59 años se habrá contraído en algo más de 1,16 millones de personas en ese mismo intervalo. Ello constituye un reto para la sociedad cubana y su desarrollo, y demanda atención priorizada, así como la elaboración de políticas y programas, algunos de los cuales ya han comenzado a implementarse.



Fuente: ONEI (2014e): *Panorama Económico y Social. Cuba 2013*.

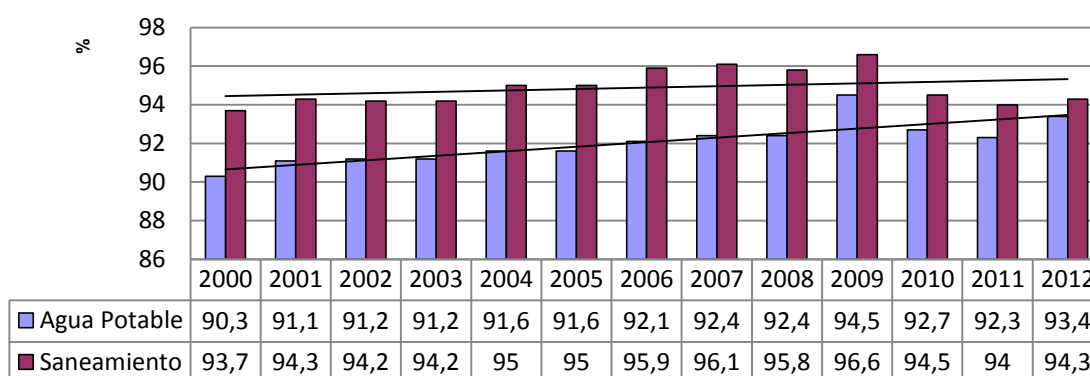
Figura 1.7 Proyección de población cubana. Período 2010- 2030.

El sistema de asentamientos humanos (SAH) en Cuba está conformado por un total de 7 014 asentamientos (ONEI, 2014e), de los cuales 6 417 son rurales y 597 urbanos. Al cierre del año 2012 residían en ellos 10,6 millones de personas de forma concentrada, mientras que otras 569,9 miles lo hacían de manera dispersa. En el sistema resulta distintiva la cobertura de los niveles básicos y especializados de servicios, educación, cultura y salud, entre otros, que contribuyen a elevar la calidad de vida de sus habitantes.

La ciudad más importante es La Habana, capital del país, con casi 2,1 millones de habitantes, lo que representa el 18,8% de la población total, distribuida en unos 300 km² de suelo urbanizado, y con un frente de costa de 30 km de longitud. En el país hay 15 ciudades principales con funciones de capitales provinciales; además, hay

otras 28 ciudades intermedias con población entre los 22,8 y 98,9 mil habitantes, que concentran 2,5 y 1,2 millones de habitantes respectivamente, el 22,2 y 10,5% de la población total. En otros 111 asentamientos, cabeceras municipales, habitan más de 1,4 millones de personas, distribuidas en el territorio con diferentes niveles de densidad. Para todos estos asentamientos con funciones político-administrativas, el planeamiento ha procurado que la población pueda acceder a los servicios básicos de nivel medio de salud, educación y cultura en un radio entre 10 y 15 km como distancias promedio. Las trece mayores ciudades cuentan con un fondo total de 1 545,8 mil viviendas (ONEI, 2014e), de ellas aproximadamente el 50% con un estado constructivo desfavorable, lo cual incrementa la vulnerabilidad de sus habitantes ante eventos meteorológicos severos, por lo que mejorar el estado del fondo constituye prioridad nacional.

Sistemas de acueductos sirven a la población concentrada, tanto en asentamientos rurales como urbanos de diversas categorías, mediante una red estimada de 22 792 km de conductoras, que brindan cobertura al 93,4 % de la población residente (ONEI, 2013) con agua potable y tratada; aunque el servicio presenta algunas irregularidades. El servicio de saneamiento en las redes hidrosanitarias llega al 94,3% de la población urbana y al 88,5% de la rural al cierre de 2012. (Figura 1.8).



Fuente: ONEI (2013): Anuario Estadístico de Cuba 2012.

Figura 1.8 Cobertura de agua potable y saneamiento de la población cubana. (2000-2012).

La cobertura de alcantarillado en las ciudades sirve a más del 50% de la población residente. Cada año, las ciudades del país generan alrededor del 80 % de las aguas residuales urbano-industriales, es decir más de 60 millones de m³. El 75% de la población tiene acceso al servicio de recogida y tratamiento de residuos sólidos urbanos.

A pesar de la extensión del drenaje pluvial, ante eventos meteorológicos extremos (grandes precipitaciones o huracanes, entre otros), la evacuación de las aguas puede verse limitada, con la consiguiente inundación súbita de áreas habitadas. Las de mayor peligro están localizadas en los asentamientos humanos ubicados junto a las márgenes de ríos, o que son atravesados por estos, ya sea en terrenos llanos con drenaje deficiente de sus suelos, o en zonas costeras bajas con relieve muy débil y donde están expuestas además a penetraciones del mar por diversas causas. En particular, esta situación se vigila aguas abajo de presas o embalses, donde la ruptura de la cortina propiciaría un golpe de agua, a través de un dispositivo de alerta temprana y planes de evacuación preventivos, que coordina la

Defensa Civil con todas las instituciones de los territorios, y que están contemplados en los planes de contingencia correspondientes.

El Instituto de Planificación Física (IPF) ha identificado 262 asentamientos costeros con más de 1,5 millones de habitantes en su totalidad (no incluye la ciudad de La Habana), donde radica aproximadamente el 13 % de la población total; de ellos, al menos 75 asentamientos corren peligro, catalogado de *muy alto* o *alto*, de sufrir penetraciones del mar por surgencia ciclónica, la mayoría en las provincias de Pinar del Río, La Habana y Granma. En general, los efectos más graves se producen en la costa sur de la isla, en la franja ubicada a menos de 1 m de altura sobre el nivel medio del mar y a menos de 1 000 m tierra adentro desde la línea de la costa, y donde la población afectable estimada es de 49 000 habitantes aproximadamente. En los asentamientos costeros se han establecido actividades industriales, de comercio, la pesca, la navegación, y el turismo, entre otras (Rodríguez, *et. al.*, 2008).

En general, en las partes centro-oriental y oriental del país, las ciudades, la población y las actividades económicas y sociales están sometidas al peligro por sequías intensas y prolongadas con mayor frecuencia, aunque esto no exceptúa su aparición en la región occidental. La sequía meteorológica, más común en el oriente de Cuba, se caracteriza por un mayor número de días secos en la temporada de lluvias y el desplazamiento en la fecha de inicio de la temporada lluviosa. Todo esto incide en la aparición de las sequías agrícola e hídrica, con impactos directos en el abasto de agua, las actividades agropecuarias y la vida de los asentamientos humanos y sus pobladores. A estos aspectos se les brinda atención especial, con la implementación de soluciones de carácter regional, local y de toda índole, a fin de garantizar el agua necesaria para sustentar las actividades cotidianas en estos territorios.

Las principales afectaciones a la calidad del aire en los asentamientos humanos se asocian a la ubicación histórica de industrias con emisiones no controladas de gases a la atmósfera. Dichas industrias están vinculadas a la producción de energía, cemento, extracción y procesamiento del níquel (en la región oriental del país), así como a la actividad petrolífera. La explotación se ha incrementado y todavía hoy es limitado el aprovechamiento de los gases en las plantas que generan electricidad a partir del petróleo, las cuales paulatinamente deberán hacer un uso más racional de ellos, pues actualmente se lanzan a la atmósfera.

A la estructura del SAH está asociado un conjunto de servicios sociales, entre los que se destacan los de salud y educación. El primero es un sector de máxima prioridad para el Estado cubano, responsable de la prestación de los servicios de salud. A pesar de las difíciles condiciones económicas por la que ha transitado la nación en los últimos 50 años, no se ha renunciado al carácter gratuito y universal de los mismos, y se dedican importantes recursos a la elevación del nivel de calidad de las prestaciones médicas y con ello, de la vida de la población. Así, muchos de los resultados alcanzados en los principales indicadores de salud sitúan a Cuba en una situación ventajosa en la prevención y cuidado de la salud de su población.

El sector de la educación comparte este nivel de prioridad, alcanzando altos niveles de acceso y calidad que confirman la validez de la política y las estrategias de

desarrollo aplicadas en el país. En ellas se integran consecuentemente una profunda voluntad política del Gobierno y una amplia y masiva participación de todos los sectores representativos de la sociedad.

1.6 Marco jurídico e institucional

Conforme a su Constitución, Cuba es un Estado Socialista organizado en forma de República, cuyo idioma oficial es el español y la ciudad de La Habana es su capital. El sistema económico se basa esencialmente en la propiedad social de todo el pueblo sobre los medios fundamentales de producción, aunque reconoce también las propiedades cooperativa, de los pequeños agricultores; de las organizaciones políticas, sociales y de masas; y la propiedad personal.

Los principios básicos asentados en la Constitución declaran a Cuba como un Estado de trabajadores, independiente y soberano, organizado con todos y para el bien de todos; como república unitaria y democrática, para el disfrute de la libertad política, la justicia social, el bienestar individual y colectivo, y la solidaridad humana. Sobre esta base, la Constitución expresa que el Estado, como poder del pueblo y en su servicio, garantiza que no haya hombre o mujer en condiciones de trabajar que no tenga oportunidad de obtener un empleo con el cual pueda contribuir a los fines de la sociedad, y a la satisfacción de sus propias necesidades; ni persona incapacitada para el trabajo que no tenga medios decorosos de subsistencia; enfermo que no tenga atención médica; niño que no tenga escuela, alimentación y vestido; joven que no tenga oportunidad de estudiar; o persona que no tenga acceso al estudio, la cultura y el deporte.

El Decreto Ley No. 1 de 24 de febrero de 1977, define los límites del mar territorial de Cuba. Son 12 (doce) millas náuticas, contadas a partir de las líneas de base. El Decreto Ley No. 2 de 24 de febrero de 1977 establece como Zona Económica de la República de Cuba la zona que se extiende hasta 200 (doscientas) millas náuticas, medidas a partir de las líneas de base. El Decreto Ley No. 158, "De la Zona Contigua", de 12 de abril de 1995 se refiere a la zona de 24 millas náuticas medidas a partir de las líneas de base. El Decreto Ley No. 266, "Del límite exterior de la Zona Económica Exclusiva de la República de Cuba en el Golfo de México", de 7 de mayo de 2009, establece el límite exterior de la Zona Económica Exclusiva de Cuba solo para el área del Golfo de México.

El Artículo 27 de la Constitución de la República postula que: "El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política, y es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, el suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza"

El ordenamiento legal en materia de medio ambiente se ha venido fortaleciendo significativamente en los últimos años. El 11 de julio de 1997 se aprobó la Ley 81, Ley del Medio Ambiente, que aborda de modo general los temas ambientales, así como el manejo y uso sostenible de sus recursos naturales, constituyendo la norma jurídica rectora en esta materia para el país. Aunque la ley no aborda directamente

el enfrentamiento al cambio climático, establece líneas que se vinculan con la adaptación al mismo, a través de acciones dirigidas a la protección de los ecosistemas y recursos naturales. También marca pautas en el área de la mitigación mediante acciones por una mayor utilización de las fuentes renovables de energía.

A la promulgación de la Ley 81 de 1997 le siguieron en 1999 tres Decretos-Leyes: el 190 de la Seguridad Biológica, el 201 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y el 200 de las Contravenciones e Infracciones Administrativas en materia de Medio Ambiente. En fecha más reciente se dictó el Decreto-Ley 212 sobre Gestión Ambiental de la Zona Costera. El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente también ha venido trabajando en las disposiciones reglamentarias que complementan este marco legal; tal es el caso de los reglamentos sobre Evaluación de Impacto Ambiental, Inspección Ambiental Estatal, Productos Químicos Tóxicos y Desechos Peligrosos, entre otros (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Normas jurídicas relevantes para el enfrentamiento al cambio climático en materia ambiental.

| Norma jurídica | Rango normativo |
|---|-----------------|
| L/81 Ley de Medio Ambiente | Ley |
| L/85 Ley Forestal | Ley |
| DL/138 De las Aguas Terrestres | Decreto-Ley |
| DL/164 Reglamento de Pesca | Decreto-Ley |
| DL/170 Sistema de Medidas de la Defensa Civil | Decreto-Ley |
| DL/201 Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas | Decreto-Ley |
| DL/190 De la Seguridad Biológica | Decreto-Ley |
| DL/212 Gestión de la Zona Costera | Decreto-Ley |
| DL/136 Del Patrimonio Forestal y Fauna Silvestre y sus Contravenciones | Decreto-Ley |
| DL/200 Sistema de Contravenciones al Medio Ambiente | Decreto-Ley |
| D/179 Protección, Uso y Conservación de los Suelos | Decreto |
| Directiva No. 1/2010 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional "Para la Reducción de Desastres". | Directiva |

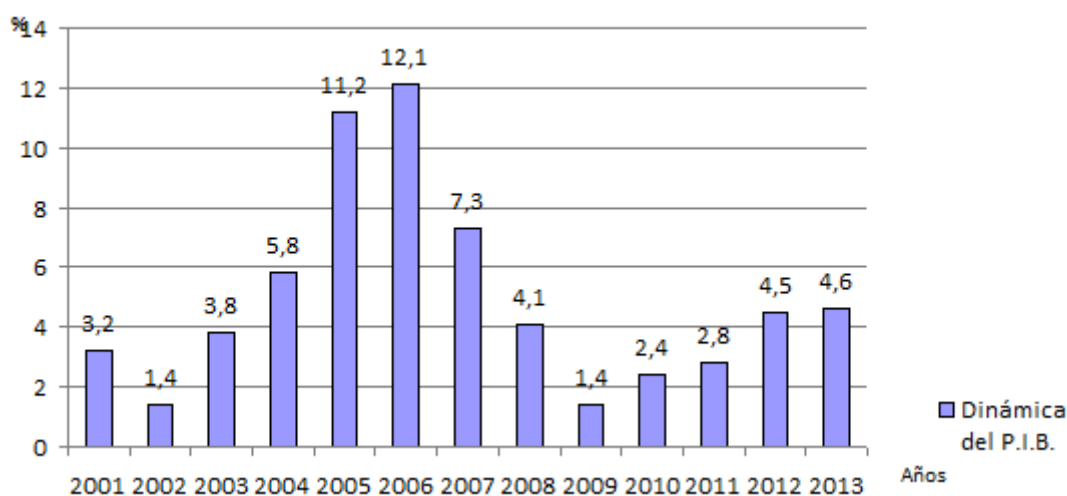
1.7 La economía cubana.

La conducción de la economía cubana en el período 2001 – 2013 ha tenido en cuenta las difíciles condiciones externas e internas en que se ha desenvuelto, especialmente la necesidad de sortear grandes tensiones financieras y preservar los objetivos esenciales que se ha propuesto la nación en el camino por alcanzar un desarrollo sostenible.

A partir del 11 de septiembre de 2001 se produce una importante reducción de los ingresos externos del país, junto con un empeoramiento progresivo de la economía mundial, lo que unido al acelerado deterioro del medio ambiente y al cambio climático asociado a él, han resultado en un impacto significativo en los precios internacionales del petróleo y los alimentos. Además, se mantiene la agresividad del gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, y particularmente se produjo un recrudecimiento de las acciones contra Cuba, con el consiguiente agravamiento del bloqueo económico, comercial y financiero. Se evidenció una mayor persecución de

las operaciones cubanas con empresas de cualquier parte del mundo, así como contra las transacciones financieras.

Al cierre del año 2013, la economía cubana alcanza un 4,6 % de crecimiento de su Producto Interno Bruto, abriéndose paso en medio de una profunda crisis económica mundial. Ese comportamiento global es resultado de la política económica desarrollada desde el año 2005, con evidentes resultados en la aplicación de un grupo de programas en la esfera energética; y la expansión del proceso inversionista en los programas estratégicos y el consumo; destacándose importantes decisiones tomadas en la organización de la agricultura, y en especial en la producción de alimentos; la recuperación del turismo; y el reordenamiento del transporte (Figura 1.9).



Fuente: ONEI (2014e): *Panorama Económico y Social. Cuba 2013*.

Figura 1.9 Variaciones del producto interno bruto. Precios constantes de 1997

En 2013, los gastos totales del presupuesto del Estado decrecieron en un 3 % respecto al año anterior. De estos gastos totales del presupuesto, el 14,9% se destinó a la Salud, el 11,1% a la Seguridad Social y el 17,4% a la Educación. El total de ingresos netos decreció un 4,8 %, para un saldo fiscal negativo de 4 514 MM de pesos, que representan el 4,8 % del PIB - a precios corrientes -, lo que obliga a intensificar la captación de ingresos y disminuir los gastos, para mantener el déficit dentro de límites aceptables. El "Informe de Desarrollo Humano 2014" del PNUD destaca que Cuba clasifica entre los países de desarrollo humano alto (DHA), con el lugar 44 a nivel mundial.

El Ministerio de Economía y Planificación, de conjunto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, han introducido los aspectos relativos a la protección del medio ambiente cubano y el uso racional de los recursos naturales en el Plan de la Economía Nacional, determinándose anualmente los recursos financieros que se destinan a la eliminación o mitigación de los principales problemas ambientales en los distintos sectores de la economía.

Desde el año 2000 se identifican y controlan, a través del plan, las inversiones medioambientales ubicadas en áreas de las principales cuencas hidrográficas del

país; así, en el plan de inversiones de la Economía Nacional (Tabla 1.2) se recogen los planes de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), los Consejos de Administración Provinciales (CAP) y las empresas, en inversiones de recursos para la protección del medio ambiente.

Tabla 1.2 Gastos para la protección del medio ambiente (en millones de pesos).

| Años | Inversión Total | Medio Ambiente | De ellos en Cuencas Hidrográficas de Interés Nacional | % | |
|------|-----------------|----------------|---|---------|---------|
| | | | | (b)/(a) | (c)/(b) |
| | (a) | (b) | (c) | (b)/(a) | (c)/(b) |
| 1998 | 2 381,3 | 41,9 | - | 1,8 | 0,0 |
| 1999 | 2 544,6 | 102,4 | - | 4,0 | 0,0 |
| 2000 | 2 830,1 | 228,8 | - | 8,1 | 0,0 |
| 2001 | 2 736,7 | 250,7 | 13,7 | 9,2 | 5,5 |
| 2002 | 2 399,8 | 179,2 | 21,8 | 7,5 | 12,2 |
| 2003 | 2 469,4 | 233,0 | 36,1 | 9,4 | 15,5 |
| 2004 | 2 803,7 | 220,4 | 37,4 | 7,9 | 17,0 |
| 2005 | 3 227,1 | 215,8 | 23,8 | 6,7 | 11,0 |
| 2006 | 3 952,2 | 232,7 | 19,1 | 5,9 | 8,2 |
| 2007 | 4 684,8 | 278,3 | 24,9 | 5,9 | 8,9 |
| 2008 | 5 263,9 | 335,6 | 37,7 | 6,4 | 11,2 |
| 2009 | 4414,3 | 390,8 | 112,8 | 8,8 | 28,9 |
| 2010 | 4246,3 | 399,2 | 149,1 | 9,4 | 36,8 |
| 2011 | 4341,1 | 452,4 | 229,8 | 10,4 | 50,7 |
| 2012 | 4599,9 | 488,5 | 148,5 | 10,6 | 30,4 |
| 2013 | 5191,4 | 517,3 | 149,8 | 9,9 | 29,1 |

Fuente: ONEI (2014d): *Panorama Ambiental, Cuba 2013*.

Además, para aprobar las inversiones, en general, es requisito indispensable contar con el aval otorgado por el CITMA, que garantiza todo lo referente a la evaluación de los impactos ambientales y de las transferencias tecnológicas asociadas al objetivo inversionista que se pretende ejecutar.

También se aplican instrumentos de regulación económica que contribuyen a la conservación del medio ambiente, como son medidas arancelarias, impuestos y contribuciones; con el propósito de financiar total o parcialmente proyectos con ese fin. Aun cuando se mantiene una racionalidad en los gastos, en la planificación de mediano y largo plazo se incluyen proyectos de inversión que permiten reducir emisiones, aumentar la absorción de gases de efecto invernadero y disminuir niveles de contaminación, con la finalidad de reforzar los esfuerzos hacia el desarrollo sostenible del país.

La Ley No. 85, Ley Forestal, en su Capítulo III, artículo 12, creó el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF), con el fin de fomentar el desarrollo sostenible de los recursos forestales.

El Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS) surgió en 2001 por acuerdo del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, y se aplica en todo el territorio nacional. Actúa como un fondo que respalda financieramente acciones de mejoramiento y conservación de suelos que desarrollan los campesinos, previamente certificadas por especialistas en la materia. En los últimos

diez años, el PNMCS ha contado con un financiamiento de aproximadamente 15 millones de pesos y es ejecutado por el Instituto de Suelos, del Ministerio de la Agricultura. Alrededor de 500 mil hectáreas por año reciben sus beneficios.

1.8 Energía

Durante el período previo a la crisis económica interna, identificada nacionalmente como “Período Especial” y desatada a inicios de la década de los años „90, la situación energética nacional se caracterizó por una alta dependencia de la energía importada, la baja eficiencia en la gestión de los portadores energéticos, el limitado uso de las fuentes renovables de energía y una amplia cobertura eléctrica, con un 95% de la población servida, contra un 74% promedio en América Latina. Esto dio lugar a la aprobación en 1993 del Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, por parte de la Asamblea Nacional y el Gobierno. Una nueva etapa, identificada como “Revolución Energética”, se inició en los primeros años del presente siglo, como programa decisivo para lograr el uso racional de la energía en todos los sectores del país, incluyendo el residencial, lo que constituyó un importante paso hacia un reenfoque del desarrollo energético en Cuba. A partir de entonces, se cumplen importantes acciones de ahorro y uso racional de los combustibles, así como la búsqueda de fuentes nacionales, con el objetivo explícito de reducir la dependencia de las importaciones de combustibles.

1.8.1 Fuentes de energía

El petróleo continúa siendo la principal fuente energética del país. Los mayores volúmenes se dedican a la generación eléctrica, a las producciones de níquel, a la industria sidero-mecánica y al consumo del transporte. El aporte de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) durante el año 2013 representó el 22,4% del total de la producción de energía primaria del país (ONEI, 2014c).

La utilización de la leña en el sector estatal, al cierre del 2012 alcanzó las 1 221,9 Mt y el consumo directo para producir carbón vegetal fue de 705,1 Mt. Se mantiene un incremento en el uso de los desechos forestales con este propósito, llegando a las 6,6 Mt en la fecha antes referida.

El uso de la radiación solar para producir calor y energía eléctrica ya constituye una realidad en Cuba, que cada día se incrementa con la instalación de dispositivos fotovoltaicos en áreas rurales y montañosas, en zonas de difícil acceso para las redes del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) y en sectores priorizados como el turismo. En 2013 se logró incrementar el número de estos dispositivos en 2177 unidades con respecto al año anterior, existiendo en esa fecha 6 894 paneles (ONEI, 2014c).

Al cierre del 2013, en el sector estatal existían en el país 235 digestores y 44 plantas de biogás en funcionamiento. Se trabaja en la ubicación de plantas de biogás en vertederos públicos, lo que permitirá el procesamiento de los desechos y la obtención de metano para la cocción de alimentos y la producción de energía eléctrica. Se instalaron plantas de este tipo en los dos mayores vertederos de residuos sólidos urbanos del país: en el de La Habana, que se encuentra operando; y en el de Santiago de Cuba, aún por iniciar su operación, registrados

internacionalmente como proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL).

El nivel de electrificación logrado en el país es un resultado distintivo de todo este accionar, que pasó de un 56% en 1959, al triunfo de la Revolución, al actual 97,9% al cierre de 2012. La expansión futura del SEN se sustentará esencialmente en el fortalecimiento de la generación térmica convencional actual, el aumento de nuevas capacidades en esta tecnología, así como la instalación de capacidades de generación eléctrica en ciclos combinados y en el incremento de la participación de las fuentes renovables de energía en la producción de electricidad.

Al cierre de 2012, los principales consumidores de energía eléctrica fueron el sector residencial con un 39,7%, el comercial y de servicios con 1,3 %, y el sector de la industria con un 26,2 (ONEI, 2014c). El 80% del uso final de la energía corresponde a combustibles convencionales, el 49% de los cuales se utiliza en la generación de electricidad.

1.8.2 La estrategia energética cubana

Resultado significativo de la estrategia energética adoptada por Cuba desde 2005 es la reducción en más de un 90% de la energía dejada de servir, y con ello, de las horas con interrupciones del servicio eléctrico. Adicionalmente, como resultado de las ganancias en eficiencia, se esperan reducciones significativas de las emisiones de GEI (Tabla 1.3), tanto por peso de producto interno bruto, como por kwh generado. Cálculos al cierre de 2007 estiman una reducción de alrededor de 5 MM de toneladas equivalentes de CO₂ en el sector de la generación eléctrica, y de los combustibles para cocción; ello representa una reducción del 18% con respecto a las emisiones totales del país en el año 2002.

Tabla 1.3 Emisiones de CO₂ evitadas (2005-2007).

| Combustibles | Ahorro (ton) | Emisiones de CO ₂ evitadas (ton) |
|----------------|--------------|---|
| Petróleo crudo | 961 419 | 3 749 534,1 |
| CLP | 124 183 | 335 294,1 |
| Keroseno | 281 076 | 899 443,2 |
| Total | | 4 984 271,4 |

Fuente: AMA-CITMA-PNUMA, 2009

Además de los evidentes impactos en lo económico, lo social y lo ambiental, esta estrategia energética ha permitido el tránsito hacia un Sistema Electroenergético Nacional más seguro, flexible y descentralizado.

1.9 Agricultura, Uso del Suelo y Silvicultura

1.9.1 Agricultura

La agricultura es un sector que reviste una gran importancia estratégica en el logro del objetivo de reducir la vulnerabilidad alimentaria y las presiones sobre la balanza comercial, así como incrementar la oferta, en cantidad y calidad, de calorías, proteínas y grasas a la población; e incidir de forma positiva en la salud de las personas. En general, durante la década de los años '80 y hasta inicios de los '90 del siglo pasado, el sector se caracterizó por el uso intensivo de maquinarias, fertilizantes y otros productos químicos, con fuertes impactos negativos sobre el

medio natural (tierra y aguas), por el uso ineficiente del agua para el riego y por constituir el mayor consumidor de este recurso en el país.

A partir de ese período, el sector agropecuario cubano experimentó una profunda recesión, con la caída del 50 % de la producción, como resultado de la pérdida de sus principales suministradores con la desaparición del campo socialista en Europa del Este y el recrudecimiento del bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos, lo cual impactó fuertemente en la economía nacional.

El estudio más reciente de evaluación de las tierras agrícolas para 29 cultivos reflejó que el 65 % de ellos están afectados por uno u otro factor limitante, lo cual lleva a un rendimiento potencial por debajo del 50 %. Si a esto se añade que más de 1 MM de ha. forman parte de ecosistemas frágiles (áreas montañosas con alto riesgo de erosión, zona costera o llanuras acumulativas con riesgo de salinización), se desprende que la sostenibilidad de la agricultura cubana requiere de un alto grado de eficiencia y cuidado en el manejo de los agroecosistemas.

Los estudios agroquímicos realizados en los últimos años en áreas de cultivos de importancia económica han evidenciado que la mayoría de los suelos cubanos poseen bajo contenido de nutrientes, alta tendencia a la acidez y una drástica reducción de la materia orgánica.

1.9.2 Uso del suelo

En la Tabla 1.4 se muestran algunos indicadores sobre el suelo. De los principales cambios ocurridos hasta el cierre de esta información, el más notable resulta la reducción de la superficie dedicada a los cultivos permanentes. Tal contracción alcanzó las 800 mil ha, o sea una reducción del 32% del área disponible en el año 1998, debido en gran medida al redimensionamiento de la superficie dedicada al cultivo de caña de azúcar; parte de estas áreas pasaron a engrosar las tierras dedicadas a viandas, cereales y granos, a la ganadería y al fomento de bosques.

Tabla 1.4 Indicadores seleccionados sobre suelo (Mha).

| Concepto | 1998 | 2013 |
|---|---------|---------|
| Superficie agrícola | 6 666,7 | 6 342,0 |
| Superficie cultivada | 3 701,5 | |
| Superficie de cultivos permanentes | 2 606,1 | 1 376,0 |
| Superficie de cultivos temporales | 1 089,4 | 1 144,0 |
| Superficie no cultivada | 2 685,3 | |
| Pastos naturales | 2 222,8 | 2 650,0 |
| Tierras ociosas | 762,5 | |
| Superficie no agrícola | 4 285,5 | 4 646,0 |
| Forestales | 2 924,9 | 3 402,0 |
| Superficie no apta para la agricultura o los forestales | 464,9 | |

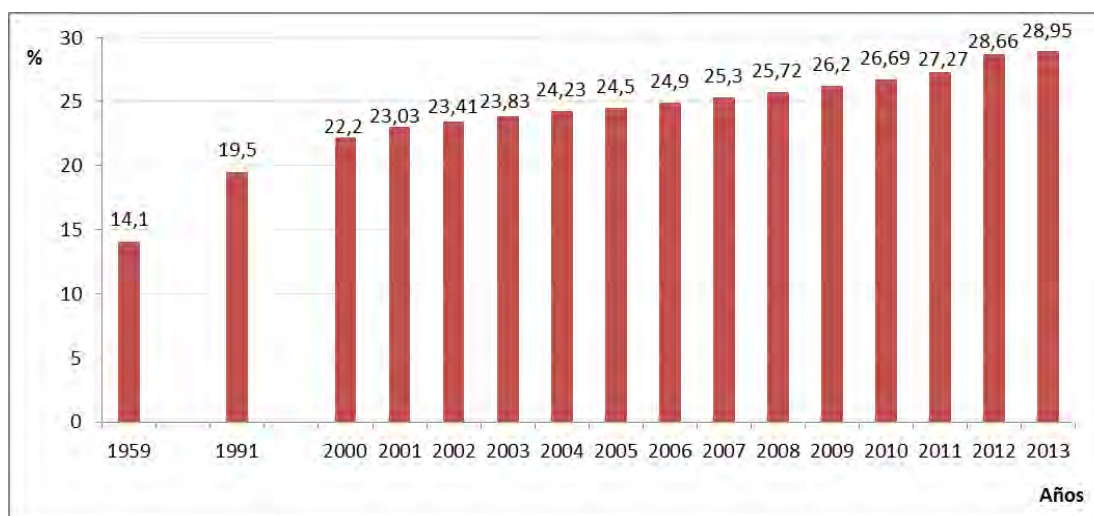
Fuente: ONEI (2014d): *Panorama Ambiental. Cuba 2013*

Para elevar la producción de alimentos y disminuir la dependencia de importaciones se ha establecido una política de incremento de la entrega de tierras ociosas, de la que forman parte la creación en 2007 del Centro de Control de la Tierra y la promulgación del Decreto Ley 259 en 2008. La agricultura urbana, por su parte, ha

generado más de 300 M empleos y se ha venido consolidando junto a la suburbana como complemento de la producción de alimentos en las ciudades y su periferia, según el potencial productivo de las localidades, mediante organopónicos, huertos, parcelas, fincas y patios familiares.

1.9.3 Silvicultura

La superficie cubierta de bosques ha crecido constantemente (Figura 1.10) a partir del año 1959, en que sólo era de alrededor del 14%, hasta alcanzar 28,95% de la superficie total del país al cierre del año 2013. El área forestal cubierta del país ascendió a 3 087,97 Mha, de los cuales 2 557,24 Mha corresponden a bosques naturales y 530,73 Mha a plantaciones (Tabla 1.5).



Fuente: MINAG, 2013.

Figura 1.10 Comportamiento del área cubierta de bosques.

Tabla 1.5 Desglose de la superficie del patrimonio forestal (Mha).

| Composición y distribución | Superficie |
|----------------------------|------------|
| Bosques naturales | 2 557,24 |
| Plantaciones | 530,73 |
| Bosques productores | 969,02 |
| Bosques protectores | 1 456,00 |
| Bosques de conservación | 662,88 |
| Plantaciones jóvenes | 150,04 |
| Áreas deforestadas | 230,12 |
| Áreas inforestales | 466,03 |
| Superficie cubierta | 3 087,97 |

Fuente: MINAG, 2013

En Cuba, el 47,1% de los bosques clasifican en la categoría de protección, y en ellos se permiten talas con restricciones; el 21,4% son bosques de conservación y el 31,1% productores. En estos últimos, los bosques naturales representan el 70,5%, predominando las formaciones semicaducifolias y los manglares. El 29,5% constituyen plantaciones, con el pino y el eucalipto como especies más representadas.

El trabajo de reforestación que se realiza actualmente (Tabla 1.6) va dirigido a satisfacer necesidades de la economía nacional en diferentes surtidos de madera. También se acometen plantaciones de carácter protector, entre ellas, de las aguas y los suelos, conformando las zonas de protección de los cuerpos de agua; y en

cuencas hidrográficas, así como en zonas montañosas de gran pendiente. La restauración de suelos afectados por la minería a cielo abierto en el norte de la provincia de Holguín, la plantación de mangle en la zona marítimo-terrestre, la reproducción en viveros y posterior plantación de especies amenazadas son, entre otros, objetivos de alta prioridad del sistema nacional de reforestación, al que se destina el 30% del total de plantaciones realizadas. En todos estos programas se emplean más de 180 especies de árboles, de los cuales el 77% son maderables y el 23% frutales; de las especies maderables, 68,3% son indígenas y 31,7%, exóticas.

Tabla 1.6 Variación de la superficie cubierta de bosques en el período 2000-2013.

| Años | Área cubierta (Mha) | Área cubierta (%)* | Bosques Naturales (Mha) |
|------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| 2000 | 2 434,98 | 22,16 | 2 093,4 |
| 2001 | 2 530,60 | 23,03 | 2 189,5 |
| 2002 | 2 572,14 | 23,41 | 2 223,4 |
| 2003 | 2 618,65 | 23,83 | 2 254,8 |
| 2004 | 2 662,98 | 24,23 | 2 287,1 |
| 2005 | 2 696,59 | 24,54 | 2 308,7 |
| 2006 | 2 741,26 | 24,95 | 2 335,7 |
| 2007 | 2 775,33 | 25,26 | 2 347,8 |
| 2008 | 2 825,93 | 25,70 | 2 378,5 |
| 2009 | 2 880,92 | 26,20 | 2 408,3 |
| 2010 | 2 932,31 | 26,69 | 2 435,8 |
| 2011 | 2 996,37 | 27,27 | 2 488,5 |
| 2012 | 3 053,35 | 28,66 | 2 545,9 |
| 2013 | 3 087,97 | 28,95 | 2 557,2 |

* Con respecto a la superficie total del país: 10 988 614 Mha.

Fuente: MINAG, 2013

Hasta el 2015, el Programa Nacional Forestal coordina e implementa los esfuerzos del país en materia forestal. Su objetivo clave es lograr, al final del período de implementación, un índice de boscosidad del 29,3%, y una industria forestal modernizada y diversificada.

1.10 Recursos hídricos

Precisiones del potencial de los recursos hídricos del archipiélago cubano efectuadas hace más de una década los evalúan en un total de 38 100 millones de m³; de ellos, 6 400 millones son subterráneos en 165 unidades hidrogeológicas, y los 31 700 millones restantes son superficiales en 642 cuencas hidrográficas. Sin embargo, los propios resultados del estudio de las precipitaciones para el nuevo mapa isoyético cubano 1961 – 2000, concluido en el 2005 y vigente a partir de ese año, indican que estos recursos potenciales probablemente sean más bajos (INRH, 2006).

Los Recursos Hídricos Aprovechables se evalúan en alrededor de 24 000 millones de m³ anuales, correspondiendo el 75% a las aguas superficiales y el 25% a las subterráneas. Los Recursos Hidráulicos Disponibles a partir de la infraestructura hidráulica ascienden a 13 904 millones de m³. El desarrollo de la misma en el país permite poner a disposición de las demandas económicas, sociales y ambientales el 58 % de los recursos aprovechables.

El país cuenta con 546 asentamientos con servicio de alcantarillado. Se caracteriza por poseer 5 350 km de tuberías, 10 plantas de tratamiento de residuales

administradas por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), 872 700 fosas a serviciar, 530 tanques sépticos, 295 lagunas de estabilización y 146 estaciones de bombeo de residuales, con 224 equipos instalados. La cobertura de saneamiento en todo el país alcanza a 10 millones 524 mil habitantes, lo que representa el 94,29 % de la población total residente, de ellos 3 millones 91 mil habitantes con servicio de alcantarillado para un 35,76 %. El resto de la población es servida por fosas y letrinas.

La infraestructura actual cuenta con 242 embalses, los que almacenan cerca de 9 mil millones de metros cúbicos. A ellos se unen 61 derivadoras, 805 micropresas, 788,4 km de canales magistrales, 16 grandes estaciones de bombeo, 1 300,4 km de diques y 1 009,2 km de canales para la protección contra inundaciones.

En Cuba, los usos predominantes del agua están en la agricultura (55 – 60 %), el abastecimiento de la población (15 – 20 %), el sector industrial (10 – 15 %) y otros, dentro de los que se considera el gasto sanitario (7 – 10 %).

En la actualidad, se impone la necesidad del uso sostenible del recurso, de la eficiencia en la conducción y distribución, de la disminución de pérdidas (las que alcanzan en algunas zonas hasta 60% de los volúmenes entregados), del reuso, así como de una elevada cultura ambiental hídrica e hidráulica, tanto de profesionales, instituciones y órganos de gobierno dedicados a su manejo, como de toda la población. Ello permitirá paliar los efectos de la carestía relativa, en un contexto climático complejo que está determinando la ocurrencia más frecuente de fenómenos meteorológicos extremos, en especial, prolongadas sequías y huracanes.

En correspondencia con lo antes referido, en diciembre de 2012 se aprobó la Política Nacional del Agua, como soporte a la alternativa sostenible que asegure, a mediano y largo plazos, el suministro seguro de la cantidad y de la calidad de agua para la economía, la sociedad y el medio ambiente. En esencia, constituye una política nacional, regional y local del agua - integrada, armónica y coherente - encaminada a su uso racional, productivo y eficiente, optimizando la gestión de riesgos asociada a su calidad y eventos extremos, así como al mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura hidráulica existente, incluyendo en ello, el fortalecimiento de las redes de observación sistemática de las variables del ciclo hidrológico.

1.11 Diversidad biológica

Cuba constituye el país con mayor diversidad biológica de las Antillas. Se caracteriza por los notables valores de su medio natural, la gran diversidad de ecosistemas presentes y el alto grado de endemismo de sus recursos bióticos. Por esta razón, el territorio nacional es un exponente representativo y singular del patrimonio regional y mundial.

En el año 2004 se ratificó la vigencia de los objetivos básicos de la Estrategia Nacional sobre la Diversidad Biológica (ENBIO), aprobada en 1998, por lo que sólo se ajustó su Plan de Acción Nacional para el período 2006-2010, que incluye 91 acciones nacionales para el referido período. En la actualidad, la ENBIO se

encuentra en proceso de actualización y adecuación a las prioridades nacionales y a las Metas de Aichi del Plan Estratégico sobre la diversidad biológica 2011 - 2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

La flora de Cuba es considerada una de las floras insulares más ricas del mundo por su alto grado de endemismo, que la sitúa como el principal centro de evolución y especiación de las Antillas, donde el 52,4% del total de las plantas superiores son endémicas. Los estudios de vegetación más recientes reportan la existencia de 17 tipos diferentes de formaciones boscosas, 7 arbustivas y 4 herbáceas; mientras los taxónomos señalan la presencia de 9 107 especies conocidas, de ellas 911 especies de musgos y hepáticas, 557 de helechos y 6 519 de plantas superiores, dentro de este último grupo, las plantas con flores (angiospermas) presentan 6 500 especies.

Con relación a la flora vascular, de 3 163 especies estudiadas, 24 se consideran extintas, 405 en peligro crítico, 447 en peligro, 335 vulnerables y 583 especies amenazadas. Con respecto a la fauna, de 427 especies estudiadas, 5 especies se consideran extintas, 61 en peligro crítico, 66 en peligro y 295 vulnerables.

Se conocen unas 17 818 especies en la fauna cubana, pero aún muchos grupos zoológicos no están bien estudiados, sobre todo de invertebrados, por lo que este número seguramente se irá incrementando. Aunque el conocimiento que se tiene de la fauna es menor que el de la flora, se destaca la diversidad en grupos como los moluscos (2 913 especies conocidas), arácnidos (1 422 especies) e insectos (7 493 especies), en los cuales los estimados de especies por conocer son considerables. Hasta la fecha, el número de invertebrados marinos registrados en Cuba sobrepasa las 5 700 especies y la de cordados más de 1 060, principalmente peces, considerando además, los microorganismos y la flora marina, se conocen actualmente más de 7 650 especies, todas ellas incorporadas a las listas confeccionadas en diciembre del año 2006. Esta cifra supera en casi 2 000 especies (35%) las que fueron inventariadas por el Estudio de País sobre Diversidad Biológica.

En el caso de la fauna, Cuba posee, a nivel de especie un endemismo de 15 mamíferos, 28 aves, 57 anfibios, 21 peces y 124 reptiles. Resulta interesante que, de 62 especies de anfibios conocidos en Cuba, 57 se encuentran solamente aquí (91,9%); o en el caso de los reptiles, se conocen 153 especies y 124 son sólo cubanas (81%).

La distribución de las especies no es uniforme en el territorio cubano. Se concentra en las regiones más antiguas y estables, como son los macizos montañosos de occidente, centro y nororiente, y la parte sur oriental de la isla, así como en áreas de condiciones extremas, como las colinas y llanuras serpentinas, las costas semiáridas surorientales y las llanuras de arenas silíceas del occidente.

Como complemento a las acciones nacionales dirigidas a la conservación del medio ambiente, Cuba cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) que tiene el propósito de preservar un total de 211 áreas protegidas, bajo distintas categorías de manejo; de ellas, 77 de Significación Nacional y 134 de Significación Local.

A nivel internacional, son reconocidas las siguientes áreas:

- Seis Reservas de la Biosfera: Guanahacabibes, Sierra del Rosario, Ciénaga de Zapata, Buenavista, Baconao y Cuchillas del Toa.
- Dos Sitios de Patrimonio Natural de la Humanidad: Parque Nacional Desembarco del Granma y Parque Nacional Alejandro de Humboldt.
- Seis Sitios Ramsar: Ciénaga de Lanier y Sur de la Isla de la Juventud, Ciénaga de Zapata, Río Máximo-Camagüey, Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, Delta del Cauto y Buenavista.

El área que ocupan las 211 áreas del SNAP identificadas representa el 20,20% del territorio nacional, incluyendo la plataforma insular marina. Del total de la superficie terrestre, queda bajo cobertura de áreas protegidas el 17,16% del territorio y del total de la extensión de la plataforma marina, cuenta con protección el 24,96%. De las 211 áreas protegidas del SNAP, un total de 120 cuentan con administración y 103 han sido aprobadas legalmente por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.

Entre los principales temas a priorizar para los próximos años, el Grupo Nacional de Diversidad Biológica identificó el tratamiento diferenciado al tema de la diversidad biológica, su función y su adaptación al cambio climático; los estudios biológicos, la evaluación, manejo y control de las especies exóticas invasoras; los estudios sobre la capacidad de los ecosistemas y su funcionamiento ecológico, la evaluación de los bienes y servicios de estos ecosistemas y la restauración o rehabilitación de los ecosistemas degradados; la conservación ex situ como complemento a la conservación in situ; el establecimiento del marco legal requerido para la gestión de la diversidad biológica, la protección de los conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales, el acceso a los recursos genéticos, y el fortalecimiento de la investigación y creación de capacidades en la línea de la taxonomía.

1.12 Estado del medio ambiente

La Estrategia Ambiental Nacional para el período 2007-2010 identifica cinco grandes problemas ambientales. Sin responder a criterios de prioridad o importancia, estos son: degradación de los suelos, afectaciones a la cobertura forestal, contaminación, pérdida de la biodiversidad biológica y carencia de agua.

1.12.1 Degradación de los suelos

La degradación de los suelos, con una evidente expresión en la pérdida de rendimientos agrícolas, constituye uno de los principales problemas ambientales que enfrenta hoy el país. Los procesos erosivos afectan a 2,5 MMha de suelos, el alto grado de acidez alcanza alrededor de 3,4 MMha, la elevada salinidad y sodicidad se manifiesta en alrededor de un millón de ha, la compactación incide sobre 2,5 MM ha y los problemas de drenaje alcanzan 2,7 MMha. La más reciente evaluación de las tierras del país para 29 cultivos de interés, reportó que el 65 % de los suelos están por debajo del 50% de su rendimiento potencial.

Estas áreas se encuentran afectadas por factores de carácter natural o antrópico, acumulados en el transcurso de los años, con una marcada preponderancia de los segundos. Sin embargo, en los últimos años se han intensificado procesos naturales como la sequía y la afectación por huracanes, con las consiguientes inundaciones, lavado de los suelos y movimientos de masa.

Debido a las dificultades económicas por las que atraviesa Cuba, la gran mayoría de las labores de rehabilitación que se acometen en suelos son medidas sencillas, requiriéndose en muchos casos la aplicación de medidas de mayor complejidad, que permitan la conservación y/o recuperación de los suelos, según el caso, pero que implican un mayor respaldo financiero. A pesar de los esfuerzos realizados y de los recursos asignados por el país, dentro del marco del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos, aprobado en el año 2000 por el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, los avances logrados en los últimos 4 años aún resultan discretos.

1.12.2 Afectaciones a la cobertura forestal

Persisten problemas con la calidad de la mayoría de los bosques naturales, como consecuencia del inadecuado manejo y explotación en etapas anteriores, sobre todo en las cuencas hidrográficas más importantes, así como problemas con las fuentes de semillas del país, en cuanto a expectativas de producción y calidad. Existen además, afectaciones producidas por la no actualización de la ordenación forestal, el insuficiente tratamiento silvicultural de los bosques e insuficiencias y deficiencias de los planes de manejo.

Aunque las fajas hidrorreguladoras de ríos y embalses han recibido atención en los últimos años, todavía se requiere de un esfuerzo significativo para lograr que estén totalmente forestadas. Con la mayor supervivencia de las plantaciones, la reforestación mejora paulatinamente, pero aún dista de los niveles deseados. También son problemas actuales el bajo aprovechamiento de la biomasa derivada de los aprovechamientos forestales; y para algunos territorios, la presencia de plantas invasoras.

1.12.3 Contaminación

Muy diversas son las causas que originan la contaminación de las aguas, los suelos y la atmósfera en el país; entre ellas se destacan la concentración de instalaciones industriales en zonas urbanas, lo que determina el empleo de las corrientes superficiales como receptoras de residuales crudos o parcialmente tratados, que frecuentemente llegan a la zona costera y cuencas hidrográficas. También influyen negativamente el empleo de tecnologías obsoletas, la indisciplina tecnológica, así como la no adecuada extensión de prácticas de Producción Más Limpia; y resultan insuficientes los recursos financieros destinados a la minimización, tratamiento, aprovechamiento y reuso de los residuos de la actividad agroalimentaria, industrial, turística, doméstica y de centros hospitalarios.

En el contexto nacional cubano predominan las aguas residuales domésticas; industriales del sector agroalimentario (agrícolas, pecuarios, alimenticio, azucarero, pesquero); industriales del sector químico, energético y del procesamiento de

superficies metálicas y; mixtas, donde lo más frecuente se da en la mezcla de residuales domésticos con los otros tipos.

Evaluaciones sistemáticas realizadas en los últimos cinco años indican que ha ocurrido una reducción de la carga orgánica biodegradable que vierte a las aguas terrestres y costeras, principalmente en fuentes puntuales industriales, lo que ha sido posible por un cumplimiento efectivo del plan de las inversiones para la protección del medio ambiente.

1.12.4 Pérdida de la diversidad biológica

En el Estudio Nacional para la Diversidad Biológica se reconocen como principales amenazas a la diversidad biológica cubana el desarrollo acelerado del turismo, la minería, las construcciones civiles y el desarrollo urbano, el efecto de las especies invasoras, la contaminación ambiental, la agricultura, la pesca, el desconocimiento del valor económico de la diversidad biológica y la pesca, la caza y la tala furtivas, así como la agudización de los riesgos naturales asociados al cambio climático reflejados en la severidad de las sequías, las lluvias intensas, las penetraciones del mar, y la intensidad y frecuencia de los huracanes.

Todas estas amenazas contribuyen a la pérdida de especies y fragmentación de hábitats, a pesar de que el efecto de los últimos eventos naturales extremos, como los períodos de sequía y los huracanes de la primera década del siglo XXI aún no ha sido suficientemente cuantificado. Se reconoce también a los desastres naturales como amenaza a las colecciones vivas ex situ de germoplasma de interés para la alimentación y la agricultura.

En cuanto a la diversidad biológica marina, entre las principales amenazas de carácter antrópico actuales y potenciales están el represamiento de las aguas fluviales; la contaminación por residuales agrícolas, industriales y albañales; la contaminación térmica; la sedimentación provocada por la deforestación y por la minería en tierra; la pesca no sostenible, principalmente el uso de artes de pesca nocivos; las construcciones costeras; actividades de prospección y explotación de recursos minerales (principalmente hidrocarburos) en la zona costera; las actividades turísticas no controladas; la explotación no sostenible de organismos de valor ornamental; la captura y comercialización de especies amenazadas, raras, carismáticas o de poblaciones reducidas y la introducción de especies exóticas.

1.12.5 Disponibilidad real de agua

El desarrollo hidráulico cubano ha sido sustantivo en los últimos 50 años, lo que ha posibilitado elevar las capacidades de embalse de 48 MM m³ a cerca de 9 200 MM m³ permitiendo alcanzar una disponibilidad real de agua, a partir de la infraestructura hidráulica creada, de alrededor 1 245 m³ por habitante por año para todos los usos. (INRH, 2014)

En algunas zonas del país existe una carestía relativa de agua, para suplir todas las necesidades económicas, sociales y ambientales, lo que puede observarse en el Mapa Isoyético 1961 – 2000, lo que ha determinado decisiones de nuevas inversiones hidráulicas relacionadas con los trasvases Este - Oeste en el oriente del

país; Norte - Sur también en esa zona, así como el Oeste - Este en el centro de Cuba y otras.

La carestía relativa se ha agravado por la ocurrencia de fenómenos naturales; sequías prolongadas, variaciones en el régimen estacional, y otros inducidos por causas antrópicas; intrusión salina, sobreexplotación y contaminación, entre otras; ello se agudiza, además, por las pérdidas en las redes, que en algunas zonas pueden alcanzar hasta 60% de los volúmenes entregados. Respecto a la rehabilitación de redes y conductoras de acueducto para disminuir las pérdidas, continúan acometiéndose grandes inversiones en ciudades principales (Santiago de Cuba, La Habana, Holguín, Camagüey, Las Tunas), destinadas a elevar la eficiencia y su uso racional.

1.13 Arreglos institucionales

Al finalizar la PCN, se consideró conveniente y se identificó como buena práctica concebir el trabajo de preparación de las Comunicaciones Nacionales como un ciclo continuo, ininterrumpido. Esta ha sido una característica distintiva del proceso en el país. Más que todo, constituye una oportunidad en el enfrentamiento al cambio climático, sobre la base de las peculiaridades socioeconómicas y medioambientales nacionales y las prioridades del desarrollo trazadas por el Estado cubano. Una descripción detallada de las ventajas que implica esta concepción para Cuba, y en especial en la componente de vulnerabilidad y adaptación, puede encontrarse en Guevara *et al.* (2012), incluidas luego en Olbrischt (2013), disponible en <http://ncsp.undp.org/>.

Para conducir la Segunda Comunicación Nacional, y bajo el amparo del proyecto que guió su preparación, se creó un equipo técnico centrado en el Instituto de Meteorología (representante del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente – CITMA ante el proyecto GEF/PNUD), e integrado por el coordinador general y los líderes de las componentes tributarias al reporte. No resultó difícil convocar a los expertos e instituciones participantes, toda vez que durante el período que medió entre ambos informes, los colectivos técnicos mantuvieron sus vínculos, dada la visión de continuidad antes referida. El trabajo de aseguramiento corrió a cargo de la administradora, junto con un pequeño grupo de apoyo, en interacción con los responsables técnicos ya mencionados. Además de los talleres técnicos correspondientes, se celebraron reuniones periódicas para chequear la marcha del proyecto (al menos 2 veces al año). Por la parte cubana, se recibieron controles del organismo de relación (Ministerio de Comercio Exterior y la Colaboración Económica – MINCEX) y la Entidad Nacional de Ejecución (CITMA); junto con el chequeo de la oficina del PNUD en La Habana. El proyecto fue auditado en una ocasión (2012), con resultados satisfactorios.

El proceso de preparación y aprobación del informe final cubrió los siguientes pasos:

Paso 1. Las instituciones y expertos participantes en el proyecto ejecutaron las evaluaciones y trabajos técnicos en general.

Paso 2. Los resultados fueron evaluados y aprobados por las instituciones donde se obtuvieron los mismos, de acuerdo a las normas vigentes en dichas instituciones.

Paso 3. A continuación, se debatieron en talleres temáticos convocados por la dirección del proyecto.

Paso 4. Los resultados finales se integraron por un equipo de redacción seleccionado para la elaboración del texto de SCN.

Paso 5. El borrador preparado por el equipo de redacción se sometió a revisión por parte de la Agencia del Medio Ambiente del CITMA y luego ante un experto internacional, quienes dejaron recomendaciones y sugerencias para mejorar la información a reportar.

Paso 6. El borrador corregido por el equipo de redacción se envió al CITMA para su consideración y la de todos los ministerios e instituciones pertinentes.

Paso 7. Después de la consulta a las autoridades pertinentes, se efectuaron las correcciones correspondientes por el equipo de redacción.

Paso 8. El informe final de SCN se aprobó por la Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente máxima representante del organismo nacional rector de la política ambiental y su ejecución.

Paso 9. Publicación de la Segunda Comunicación Nacional de Cuba, envió a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y presentación ante la Conferencia de las Partes por el CITMA, en su calidad de Punto Focal Nacional de la Convención.

1.14 Indicadores socioeconómicos de significativa relevancia

En la Tabla 1.7 se presenta un cuadro resumen de 17 indicadores socioeconómicos de significativa relevancia para los años del 2001 al 2013. Los indicadores son:

- 1 población residente (u)
- 2 superficie total (km²)
- 3 densidad poblacional (habitantes/km²)
- 4 tasa anual de crecimiento de la población (por mil habitantes)
- 5 porcentaje de población urbana (%)
- 6 variación del PIB a precios constantes de 1997 (%)
- 7 PIB por habitante (a precios constantes de 1997)
- 8 superficie agrícola cultivada (Mha)
- 9 patrimonio forestal (Mha)
- 10 cobertura forestal (%)
- 11 esperanza de vida al nacer (años)
- 12 índice de mortalidad Infantil (por 1000 nacidos vivos)
- 13 envejecimiento población (60 años y más/población total) (%)
- 14 índice de bajo peso al nacer
- 15 habitantes por médico
- 16 tasa neta de matrícula en la enseñanza primaria (%)
- 17 tasa de alfabetización en la población de 25 años y más (%)

Tabla 1.7 Indicadores socioeconómicos de significativa relevancia (años 2001 al 2013).

| Indicador | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 11 168 526 | 11 200 388 | 11 230 076 | 11 241 291 | 11 243 836 | 11 239 043 | 11 236 790 | 11 173 996 | 11 174 952 | 11 167 934 | 11 175 423 | 11 173 151 | 11 210 064 |
| 2 | 110 860 | 110 860 | 110 860 | 109 886 | 109 886 | 109 886 | 109 886 | 109 886 | 109 886 | 109 884 | 109 884 | 109 884 | 109 884 |
| 3 | 100,7 | 101,0 | 101,3 | 101,3 | 102,3 | 102,3 | 102,3 | 101,7 | 101,7 | 101,6 | 101,7 | 101,7 | 102,0 |
| 4 | 2,0 | 2,8 | 2,6 | 1,0 | 0,2 | -0,4 | -0,2 | -1,3 | 0,1 | -0,6 | 0,7 | -1,4 | 3,3 |
| 5 | 75,3 | 75,4 | 75,8 | 75,6 | 75,6 | 75,5 | 75,4 | 75,3 | 75,4 | 75,3 | 75,2 | 76,8 | 76,8 |
| 6 | 3,2 | 1,4 | 3,8 | 5,8 | 11,2 | 12,1 | 7,3 | 4,1 | 1,4 | 2,4 | 2,8 | 3,0 | 2,7 |
| 7 | 3 039 | 3 003 | 3 201 | 3 400 | 3 793 | 4 692 | 5 215 | 4066 | 4124 | 4222 | 4335 | 4 498 | 4 604 |
| 8 | 1 007,1 | 1 041,2 | 643,8 | 661,0 | 517,2 | 397,1 | 329,5 | 2988,5 | 2988,5 | 2988,5 | 2988,5 | 2988,5 | 2645,8 |
| 9 | 2 530,62 | 2 572,14 | 2 618,65 | 2 662,98 | 2 696,59 | 2 741,26 | 2 775,33 | 2 825,93 | 2 880,92 | 2 932,31 | 2 996,37 | 3 053,35 | 3 087,97 |
| 10 | 22,8 | 23,2 | 23,6 | 24,1 | 24,5 | 24,9 | 25,3 | 25,7 | 26,2 | 26,7 | 27,3 | 28,7 | 28,9 |
| 11 | 77,00 | 77,00 | 77,00 | 77,00 | 77,97 | 77,97 | 77,97 | 77,97 | 77,97 | 77,97 | 77,97 | 77,97 | 77,97 |
| 12 | 6,2 | 6,5 | 6,3 | 5,8 | 6,2 | 5,3 | 5,3 | 4,7 | 4,8 | 4,5 | 4,9 | 4,6 | 4,2 |
| 13 | - | 14,7 | 15,0 | 15,4 | 15,7 | 15,9 | 16,6 | 17,0 | 17,4 | 17,8 | 17,8 | 18,3 | 18,7 |
| 14 | 5,9 | 5,9 | 5,5 | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 5,2 | 5,1 | 5,1 | 5,4 | 5,3 | 5,2 | 5,1 |
| 15 | 168 | 167 | 165 | 161 | 159 | 158 | 155 | 151 | 150 | 147 | 143 | 137 | 133 |
| 16 | 98,1 | 98,1 | 99,1 | 99,4 | 99,4 | 99,5 | 99,4 | 99,7 | 99,25 | 99,25 | 99,4 | 99,25 | 99,25 |
| 17 | ... | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 99,8 |

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

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

2.1 Panorámica del inventario

Los Inventarios Nacionales de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) constituyen un compromiso de todas las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Constituyen también una de las componentes principales de las Comunicaciones Nacionales que, periódicamente, deben preparar las Partes de la CMNUCC y remitir a la Secretaría de dicha convención.

Los inventarios desempeñan un papel clave para el seguimiento de las emisiones y remociones de GEI a nivel global, regional y local y para verificar el éxito o fracaso de las medidas implementadas para la mitigación de las emisiones. Además, posibilitan identificar los sectores, categorías, fuentes y sumideros que tienen un mayor peso en las emisiones y remociones (o en la incertidumbre de estas) y que son a los que habrá que dedicar mayor esfuerzo y recursos en la compilación del inventario. Asimismo, poseen gran importancia para las actividades relacionadas con la protección del medio ambiente en los países.

En este capítulo se presenta un resumen del reporte del Inventario Nacional de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero en Cuba para el período 1990 – 2002 (López et al., 2009a). Además de una evaluación integrada para el período mencionado, el inventario conllevó a una actualización y mejoría de los reportes previos preparados para los años 1990, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002 (López et al., 1999, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005). También se realizó la estimación de las emisiones y remociones correspondientes al año 1992, año que no había sido incluido en los reportes previos al actual inventario.

El inventario de GEI, además de haber contado con apoyo financiero del proyecto GEF/PNUD de la Segunda Comunicación Nacional, por la parte cubana recibió financiamiento y supervisión científica del Programa Científico-Técnico Ramal “Análisis y Pronóstico del Tiempo y el Clima Terrestre y Espacial”, gerenciado por la Agencia de Medio Ambiente de Cuba del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

En general, en la organización de este inventario se sigue la estructura y el marco común de reporte establecido en las Guías Revisadas del IPCC de 1996¹ para los Inventarios Nacionales de GEI (IPCC-OECD-IEA, 1997), así como los acuerdos de la Conferencia de las Partes (CoP) de la CMNUCC sobre este tema. Asimismo, se aplican las directrices contenidas en el Anexo de la Decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002) para la preparación de los Inventarios Nacionales de Emisiones y Remociones de GEI, que deberán ser incluidos en las Segundas y Terceras Comunicaciones Nacionales de las Partes No Anexo I de la Convención.

¹ Identificadas en lo adelante como guías IPCC 1996.

En la Decisión 17/CP.8 de la CMNUCC se identifica al 2000 como el año de referencia para los reportes del inventario en la SCN y se alienta a las Partes NAI a presentar estimaciones para otros años a partir del año base 1990. Tomando en cuenta esa indicación, en este reporte se hace énfasis en los resultados obtenidos para los años 2000 y 2002 y se incluye información detallada para los años pares del período 1990 - 1998.

Los resultados de los reportes del inventario correspondientes a 1990 y 1994, formaron parte de la Primera Comunicación Nacional de Cuba (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001). En esta Segunda Comunicación se muestran los resultados para los años 2000 y 2002 y para el período 1990 – 2002.

2.1.1 Metodologías utilizadas

En los inventarios deben utilizarse metodologías comparables, de modo que los resultados puedan ser evaluados de forma consistente. Las Partes NAI deberán utilizar las guías IPCC 1996 para estimar y reportar los inventarios nacionales, y son alentadas a aplicar las Guías del IPCC sobre Buenas Prácticas y Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de GEI (IPCC, 2000)² y las Guías en Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003)³. Además, se incita a las Partes NAI, a realizar un análisis de categorías principales o claves y a que proporcionen información sobre el grado de incertidumbre asociado con los datos del inventario y con las hipótesis básicas y a que describan las metodologías que hayan utilizado para estimar esas incertidumbres.

En la preparación de los reportes del inventario se recomienda, además, revisar (recalcular) los datos de emisiones y remociones proporcionados en los inventarios previos en aquellas categorías de fuentes o sumideros donde se han producido cambios en el método de estimación, los parámetros de emisión utilizados, o se han obtenido mejores o nuevos datos de actividad. Esta es una recomendación de “buenas prácticas”, que garantiza la consistencia de la serie temporal de emisiones y remociones estimadas.

Además de las guías mencionadas, el IPCC publicó en el 2006 nuevas guías para los Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero⁴ (IPCC, 2006), que actualizan las guías anteriores e incluyen nuevas fuentes y gases y actualizan los métodos previamente publicados (en los casos en que ha sido mejorado el conocimiento técnico y científico). Al momento de preparar este reporte, las recientes guías no son de uso obligatorio en el marco de la CMNUCC.

En este reporte se utilizan, fundamentalmente, las guías IPCC 1996 y las IPCC-GPG 2000. También se emplean, parcialmente, las guías IPCC-GPG LULUCF 2003 y las IPCC 2006, en aquellas categorías de fuentes que no implican cambios con relación al marco común para el reporte del inventario establecido en el Volumen 1 de las guías IPCC 1996, y en las que se dispuso de datos y otras informaciones para realizar los cálculos.

² Identificadas en lo adelante como guías IPCC-GPG 2000.

³ Identificadas en lo adelante como guías IPCC-GPG LULUCF 2003.

⁴ Identificadas en lo adelante como guías IPCC 2006.

Para los gases de efecto invernadero indirecto (precursores de GEI y aerosoles), así como para categorías no abordadas en las guías IPCC-GPG 2000, se siguen tanto las guías IPCC 1996 como la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007).

2.1.2 Métodos utilizados

De acuerdo con las guías del IPCC, las Partes de la CMNUCC pueden utilizar métodos de diferente nivel, dando prioridad a aquellos que producen los estimados más seguros, en dependencia de las circunstancias nacionales y la disponibilidad de datos. Esas guías proporcionan recomendaciones y asesoría sobre métodos de estimación en tres niveles de detalle, complejidad y calidad.

- Métodos de nivel 1: Método por defecto. Ecuación simple en las que se utilizan datos de actividad (por defecto o específicos del país) y parámetros de emisión (con frecuencia mayormente por defecto);
- Métodos de nivel 2: Método intermedio, por ejemplo modelos con parámetros de emisión por defecto o calculados para el país y datos de actividad específicos del país;
- Métodos de nivel 3: Mayor complejidad de aplicación y mayor demanda en requerimientos de datos, por ejemplo, mediciones de emisiones o modelos con parámetros de emisión determinados por mediciones en el país y datos específicos del país.

Para cada una de las categorías de fuentes abordadas en este reporte, se emplearon los métodos de nivel 1 y 2.

2.1.3 Estructura del reporte

Un elevado número de actividades humanas generan emisiones y remociones de GEI. En las guías IPCC 1996 estas actividades se han agrupado en seis sectores principales, que constituyen módulos del reporte:⁵

- Módulo 1: Energía
- Módulo 2: Procesos Industriales
- Módulo 3: Solventes y Uso de Otros Productos
- Módulo 4: Agricultura
- Módulo 5: Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
- Módulo 6: Desechos
- Módulo 7: Control de la calidad y determinación y evaluación de las incertidumbres de las emisiones.

⁵ En las guías IPCC 2006 se incluye otra estructura de esos módulos especialmente con la unificación metodológica de los módulos 2 y 3 (Procesos Industriales y Uso de Solventes) en un nuevo módulo denominado Procesos Industriales y Uso de Productos y los módulos 4 y 5 (Agricultura y Cambio de Uso de la Tierra) en un nuevo módulo denominado Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. En este reporte del Inventario se mantiene la estructura de las guías IPCC 1996.

Los módulos principales (módulos 1 al 6) se abrieron en “categorías y subcategorías de fuentes o sumideros”, que fueron tratadas en detalle. Posteriormente se realizó una agregación e integración de los resultados obtenidos para los niveles sectorial y de país. Se abordan 30 categorías y 123 subcategorías de fuentes y sumideros, con la siguiente estructura interna:

- Introducción
- Selección del método
- Selección de los parámetros y factores de emisión
- Datos de actividad utilizados
- Resultados obtenidos
- Exhaustividad
- Evaluación de Incertidumbre.

2.1.4 Gases de Invernadero abordados en el Inventario

Se seleccionaron los gases atmosféricos de mayor relevancia para el clima. Por conveniencia, todos son genéricamente referidos como GEI aunque algunos de ellos no lo son, por lo que pueden subdividirse en:

- a) Gases de Efecto Invernadero Directo
Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF₆).
- b) Otros Gases de Importancia Radiativa y Fotoquímica (gases de efecto invernadero indirecto o gases precursores):
Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO₂).

La importancia de los gases de efecto invernadero indirecto está dada por su papel como precursores de GEI, modificadores de sus concentraciones en la atmósfera o precursores de aerosoles (como es el caso del SO₂).

En el presente reporte se determinan las emisiones de los GEI directos y todos los gases precursores mencionados anteriormente. No resultó posible obtener datos acerca de los consumos de HFCs, PFCs y SF₆. Por ello, las emisiones de estos GEI se reportan como no estimadas (NE), aunque se consideran potencialmente de poca significación.

2.1.5 Datos de Actividad y Parámetros de Emisión Utilizados

Los datos de actividad utilizados fueron proporcionados por la ONEI. En las categorías para las que no se obtuvo esta información, se utilizaron fuentes internacionales reconocidas.

Con relación a los parámetros de emisión⁶ se utilizaron los proporcionados en las Guías del IPCC y también en la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007), esta última fundamentalmente para los gases precursores. Además, en algunas categorías fueron utilizados parámetros de emisión calculados para las condiciones de Cuba.

2.1.6 Preparación del inventario

Para la preparación del inventario, se empleó el software UNFCCC – NAI (versión 1.3.2), que es una de las herramientas preparadas por la Secretaría de la CMNUCC para apoyar la compilación del inventario nacional de GEI que deben reportar las Partes NAI en sus Segundas Comunicaciones Nacionales. Además, se utilizaron el “IPCC Waste Model” (software incorporado en las guías 2006 IPCC para calcular las emisiones de CH₄ derivadas de la disposición en la tierra de desechos sólidos) y otros software preparados por especialistas cubanos para facilitar la realización de las estimaciones en varias categorías del inventario.

También se hace uso de la Base de Datos online de Factores de Emisión del IPCC – NGGIP, sobre los diferentes parámetros requeridos para los cálculos de las emisiones y remociones antropogénicas de GEI.

En la elaboración de este reporte se utilizó la capacidad creada a partir de la compilación del inventario correspondiente al año base 1990 y que se basa en la labor de un equipo técnico multidisciplinario, coordinado por el Instituto de Meteorología (INSMET) con tres grupos de trabajo, y donde participan y contribuyen diferentes instituciones y organismos del país (Figuras 2.1 y 2.2).

El primer grupo, constituido principalmente por expertos del INSMET en contaminación del aire, química atmosférica y clima, asume las actividades metodológicas, los cálculos de emisiones e incertidumbres, las determinaciones de categorías principales, el diseño y aplicación de los sistemas de control y aseguramiento de calidad, la preparación de las bases de datos y utilización del software para el inventario, la redacción de los módulos del inventario y la preparación del reporte integrado del mismo.

El segundo grupo, constituido por expertos de la ONEI, asume la tarea de la captación de la mayor parte de los datos de actividad necesarios para la preparación del inventario. En este grupo participan expertos en estadísticas de los diferentes sectores que conforman el inventario.

⁶ En este reporte se utiliza el término genérico “parámetros de emisión” para englobar tanto a los factores de emisión como a otros coeficientes y parámetros que se utilizan en los diferentes métodos para el cálculo de la emisión. En ocasiones se mencionan los factores de emisión cuando en el método de cálculo solo se utilizan estos.

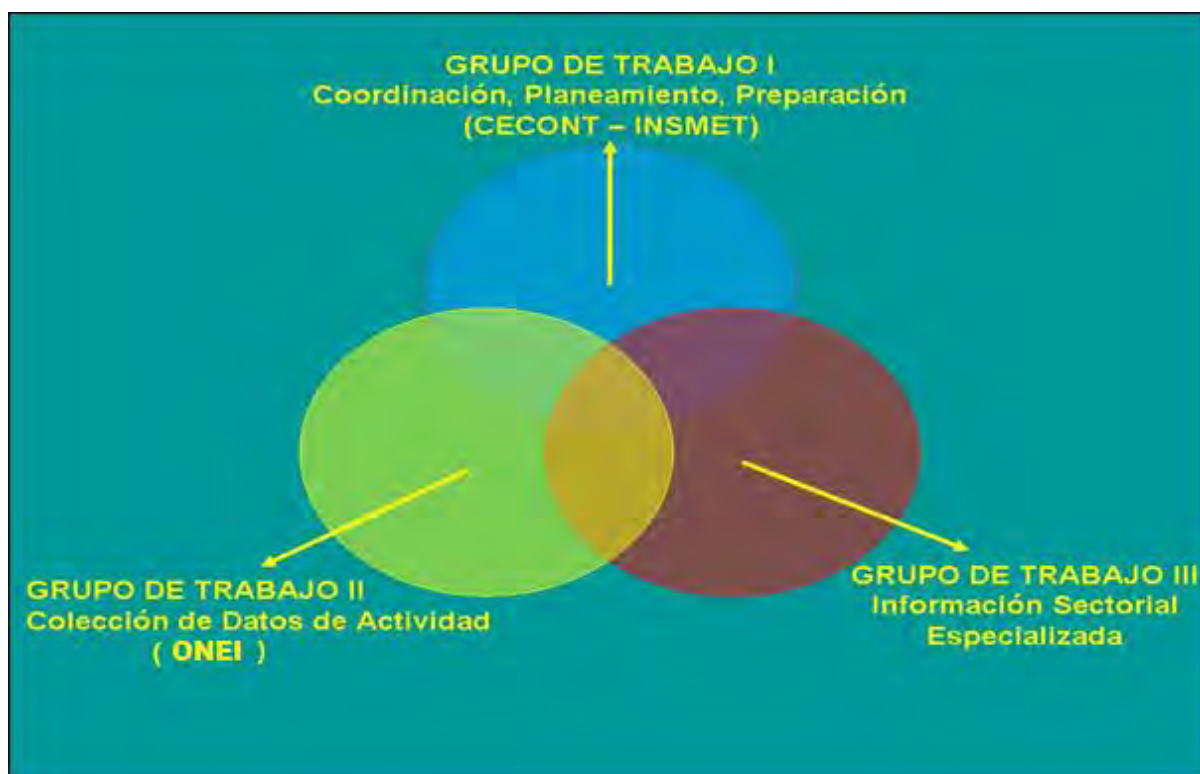


Figura 2.1 Estructura del Equipo Técnico de Gases de Invernadero.



Figura 2.2 Composición del Equipo Técnico de Gases de Invernadero.

El tercer grupo de trabajo está integrado por expertos de diferentes organismos e instituciones del país, vinculadas a los distintos módulos del inventario y que

participan brindando información especializada de sus sectores o asumiendo la estimación de las emisiones en varias categorías.

En la Figura 2.3 aparece un esquema con el flujo de datos, productos y los pasos generales principales que se siguen en la preparación y reporte del inventario desde la captación de datos y su procesamiento, los cálculos de emisiones y remociones, los controles de calidad y determinación de las incertidumbres de los resultados, la preparación de los módulos y el reporte así como las diferentes fases del proceso de revisión interno y externo del reporte antes de su transmisión como documento oficial de Cuba a la CMNUCC y su publicación.

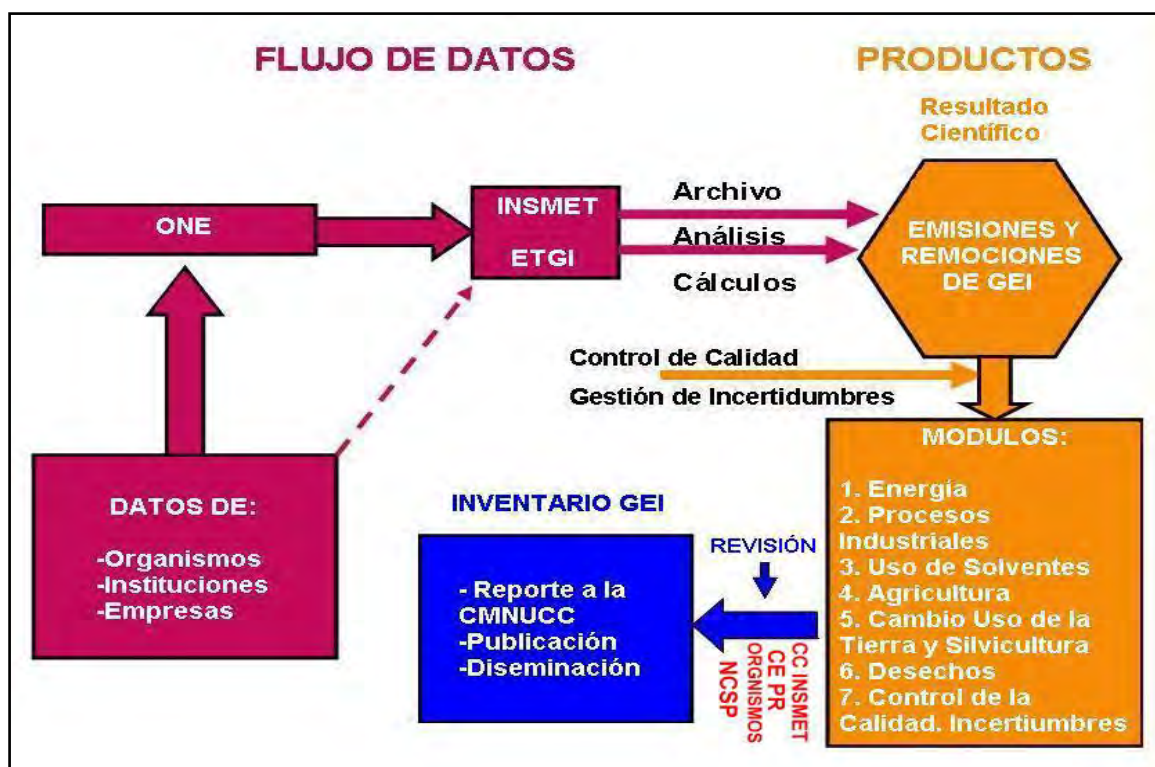


Figura 2.3 Esquema con el flujo de datos, productos, y los pasos generales principales que se siguen en la preparación y reporte del inventario.

2.1.7 Consistencia del Inventario

En Cuba, la preparación de inventarios de emisiones y remociones de GEI se concibe como un proceso permanente y de continua actualización, derivado en buena medida de la introducción periódica de nuevos conocimientos, que mejoran los métodos de cálculo o posibilitan una mejor selección y captación de los datos de actividad utilizados.

De acuerdo con los principios establecidos por la CMNUCC en las Guías de Reporte de los Inventarios Anuales, éstos deben ser transparentes, consistentes, comparables, completos y seguros. La consistencia significa que un reporte debe ser internamente consistente, en todos sus elementos, con los correspondientes a años anteriores. Lo anterior significa que se utilizan las mismas metodologías para el año base y los años subsecuentes y las series de datos son consistentes para estimar las emisiones y remociones desde las fuentes y sumideros.

En esta nueva versión del inventario se introducen criterios metodológicos o parámetros de emisión más actuales en determinadas categorías, especialmente derivados de las guías IPCC 2006 y CORINAIR 2007. También se han obtenido nuevos y mejores datos de actividad en otras categorías.

Las Guías de Reporte de la CMNUCC indican que cuando se producen cambios, por ejemplo, metodológicos, de datos de actividad, coeficientes etc., los reportes previos del inventario deberán ser recalculados utilizando la nueva metodología establecida, para asegurar la consistencia de la serie temporal. Para cumplir con ese objetivo, en el presente inventario se procedió a recalcular las emisiones estimadas anteriormente para los años 1990, 1994, 1996, 1998, así como para 2000 y 2002 (versión preliminar) en aquellas categorías donde se produjo alguno cambios descritos previamente. Con el recálculo, se asegura la consistencia de la serie temporal considerada como la “mejor estimación” de emisiones obtenidas hasta la fecha.

2.1.8 Identificación de las Categorías Principales o Claves

Constituye una “buena práctica” para cada equipo encargado del inventario la identificación de las categorías principales de una forma sistemática y objetiva. Una categoría principal es aquella que está priorizada dentro del sistema del inventario nacional, debido a que el valor de su emisión (o remoción) tiene un peso significativo en el inventario de GEI directos del país, en términos del nivel absoluto de sus emisiones/remociones, la tendencia en las emisiones/remociones o en ambos aspectos (nivel y tendencia).

En este caso, la identificación de categorías principales se realiza siguiendo los métodos proporcionados en las guías IPCC-GPG 2000 y está dirigida solamente a las categorías de fuentes principales, dado que para la selección de las categorías de sumideros principales es preciso utilizar la estructura recogida en las guías IPCC - GPG LULUCF 2003, para el sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Vale recordar que, para ese sector, en el presente inventario se utilizan la estructura y categorías incluidas en las guías IPCC 1996.

En las guías IPCC-GPG 2000 se proporcionan métodos de nivel 1 y 2 para la determinación cuantitativa de las categorías principales. El método de nivel 1 toma en cuenta la influencia que ejerce cada categoría de fuente en el nivel general de las emisiones y la influencia de su tendencia. Este método fue utilizado en el inventario de Cuba, aplicando tanto el criterio del nivel como el de tendencia, para el 1990 como año base. El análisis se basó en las emisiones expresadas en equivalentes de CO₂ (CO₂eq) para los gases de efecto invernadero directo evaluados en el inventario (CO₂, CH₄ y N₂O).

Cuando se usa el método de nivel 1, las categorías principales de fuentes se identifican en función de un umbral acumulativo de emisiones predeterminado, cuya estimación persigue el objetivo de establecer un nivel general donde el 90% de la incertidumbre del inventario esté cubierta por categorías principales.

Para cada año evaluado se determinaron entre 12 y 14 categorías principales. Por orden de importancia (varía ligeramente de un año a otro) arroja el siguiente resultado:

- Emisiones de CO₂ de las industrias de la energía (sector energía)
- Emisiones de CO₂ de las industrias manufactureras y la construcción (sector energía)
- Emisiones de CH₄ de la fermentación entérica en el ganado doméstico (sector agricultura).
- Emisiones de N₂O de los suelos agrícolas (sector agricultura)
- Emisiones de CO₂ de la categoría de “otras fuentes de combustión” (sector energía)
- Emisiones fugitivas de CH₄ de la industria del petróleo y gas natural (sector energía)
- Emisiones de CO₂ del sector residencial (sector energía).
- Emisiones de CO₂ del sector del transporte (sector energía).
- Emisiones de CO₂ de la producción de cemento (procesos industriales).
- Emisiones de CH₄ de los sitios de deposición de desechos sólidos (sector desechos).
- Emisiones de CO₂ del sector de la agricultura, silvicultura y pesca (sector energía).
- Emisiones de CH₄ del tratamiento y eliminación de las aguas residuales domésticas y comerciales (sector desechos).

Además se identificaron otras categorías principales, pero ya con menor aporte relativo. En el sector de Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura, las remociones de CO₂ debidas al crecimiento de la biomasa en bosques pudieran considerarse también como una categoría principal en Cuba.

2.1.9 Evaluación de Calidad e Incertidumbres

En el Módulo 7 del reporte se detallan todas las acciones desarrolladas para controlar y asegurar la calidad de los estimados de emisiones realizados. Es una “buena práctica” implementar procedimientos de aseguramiento/garantía y control de calidad (AC/CC) en el desarrollo de inventarios nacionales de GEI. Un programa AC/CC contribuye a los objetivos de las guías IPCC –GPG-2000 y las IPCC-GPG LULUCF 2003 de mejorar la transparencia, consistencia, comparabilidad, exhaustividad y confianza en los estimados de emisiones de los inventarios. En este reporte de inventario se implementaron procedimientos generales de aseguramiento y control de calidad tanto de nivel 1 como de nivel 2 (en este último nivel especialmente para las categorías principales y otras categorías donde tuvieron lugar revisiones significativas de métodos y datos).

También en el Módulo 7 se presenta de forma detallada la determinación y evaluación de las incertidumbres de las emisiones calculadas. Para esto se aplicaron las recomendaciones establecidas en las guías IPCC 1996 y las IPCC - GPG 2000. En las IPCC-GPG 2000, se incluyen dos métodos (nivel 1 y nivel 2) para

realizar el cálculo de las incertidumbres en los estimados de emisiones para cada categoría de fuente del inventario y GEI, así como la incertidumbre general para las emisiones totales del país y su tendencia en cada año evaluado. Se considera como una “buena práctica” determinar y reportar los resultados con el método de nivel 1, y si se dispone de recursos suficientes, aplicar también el método de nivel 2.

En el presente reporte del inventario se aplica el método de nivel 1. La información sobre incertidumbres no está destinada a disputar la validez de los estimados del inventario, sino para ayudar a priorizar los esfuerzos en la mejora de la seguridad de este en el futuro y guiar las decisiones acerca de las elecciones metodológicas.

De los GEI de efecto invernadero directo evaluados, las incertidumbres asociadas a las emisiones de CO₂, tanto a nivel del país como para las categorías de fuentes, resultaron bajas. Ya para el CH₄, los niveles de incertidumbre en los estimados a nivel nacional pasan a moderados, y para el N₂O son elevados, aunque este incremento está influido de forma determinante por el peso que tienen ciertas categorías de fuentes en las emisiones de estos dos últimos GEI. Por ejemplo, para Cuba, los mayores aportes a las incertidumbres en las emisiones de CH₄ proceden de las emisiones fugitivas de las actividades del petróleo y el gas natural y también de la disposición en la tierra de los desechos sólidos. Otras categorías de fuentes para este GEI tienen baja incertidumbre. Por otra parte, para el N₂O las incertidumbres altas se asociaron casi completamente con las emisiones procedentes de los suelos agrícolas, pues en el resto de las categorías de fuentes presentaron incertidumbres bajas.

2.2 Resumen de las emisiones y remociones por gases y sectores

2.2.1 Emisiones Brutas

En las emisiones brutas no se incluyen las emisiones y remociones de GEI derivadas del sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Con relación a los GEI directos, predominan de forma notable las emisiones de CO₂, seguidas por el CH₄ y el N₂O. Entre los gases precursores, el CO y el SO₂ poseen los mayores volúmenes de emisiones. En el período, dichas emisiones (Tabla 2.1) disminuyeron para algunos de los gases, mientras que en otros se incrementaron al final de este después de la disminución experimentada en la década de los 90.

Tabla 2.1 Emisiones brutas* por gases (Gg). Cuba. Años pares 1990 – 2002.

| Año | GEI | | | | | | |
|------|-----------------|-----------------|------------------|--------|---------|--------|-----------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
| 1990 | 33 899,59 | 348,51 | 20,71 | 139,71 | 1141,98 | 195,69 | 477,49 |
| 1992 | 21 598,81 | 348,46 | 14,03 | 92,57 | 972,83 | 143,75 | 349,14 |
| 1994 | 22 193,47 | 342,59 | 10,33 | 84,95 | 645,62 | 88,47 | 401,90 |
| 1996 | 26 382,13 | 352,06 | 11,47 | 103,63 | 662,09 | 108,27 | 444,30 |
| 1998 | 27 973,77 | 354,77 | 11,64 | 97,00 | 545,99 | 98,02 | 462,72 |
| 2000 | 26 586,22 | 365,81 | 11,06 | 96,81 | 594,92 | 432,46 | 513,64 |
| 2002 | 24 892,94 | 398,34 | 9,82 | 83,82 | 484,50 | 283,52 | 622,51 |

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

De los GEI directos, en 2002 las emisiones brutas de CO₂ fueron un 26,6% menor que en el año base (1990), y las de N₂O, un 52,6% más bajas. Por el contrario, las emisiones brutas de CH₄ fueron un 14,3% mayor en 2002 que en 1990. Para los gases precursores se observaron importantes reducciones en las emisiones de NOx y CO, mientras que hubo incrementos en los COVDM y el SO₂. Con relación a los sectores, predominan las emisiones derivadas de la energía, especialmente relacionadas con el CO₂ y algunos gases precursores, mientras que para el CH₄ los mayores aportes provienen del sector de la Agricultura, seguido por los sectores de Desechos y Energía. La mayor parte de las emisiones de N₂O ocurren en el sector de la Agricultura. A manera de ejemplo, y con un comportamiento que tiende a repetirse en todos los años evaluados, en las Tablas 2.2 y 2.3 se muestran las emisiones brutas de GEI por sectores para los años 2000 y 2002.

Tabla 2.2 Emisiones brutas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000.

| Sector | GEI | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
| Energía | 25 342,12 | 78,24 | 0,71 | 95,35 | 554,99 | 23,20 | 506,02 |
| Procesos Industriales | 1241,53 | 0,00 | 0,15 | 0,38 | 2,96 | 390,91 | 7,61 |
| Uso de Solventes y Otros Productos | NA | NA | NE | NA | NA | 18,27 | NA |
| Agricultura | NA | 195,48 | 9,72 | 1,05 | 36,95 | NA | NA |
| Desechos | 2,56 | 92,09 | 0,48 | 0,03 | 0,02 | 0,08 | 0,01 |
| Total | 26 586,22 | 365,81 | 11,06 | 96,81 | 594,92 | 432,46 | 513,64 |

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad.

Tabla 2.3 Emisiones brutas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002.

| Sector | GEI | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
| Energía | 23 570,90 | 112,22 | 0,60 | 82,75 | 451,56 | 18,90 | 614,47 |
| Procesos Industriales | 1318,51 | 0,00 | 0,06 | 0,16 | 2,38 | 246,65 | 8,02 |
| Uso de Solventes y Otros Productos | NA | NA | NE | NA | NA | 17,85 | NA |
| Agricultura | NA | 190,16 | 8,58 | 0,87 | 30,53 | NA | NA |
| Desechos | 3,53 | 95,97 | 0,56 | 0,04 | 0,03 | 0,12 | 0,02 |
| Total | 24 892,94 | 398,34 | 9,82 | 83,82 | 484,50 | 283,52 | 622,51 |

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad.

En el sector de Energía se estiman las contribuciones de CO₂ por la categorías de fuente bunkers internacionales (combustibles utilizados en los viajes internacionales de aeronaves y embarcaciones). Estas emisiones se presentan solamente para información y no se incluyen en los totales de este módulo ni del país.

Para la estimación de emisiones de CO₂ debido a la quema de combustible fósil en las guías IPCC 1996 y las IPCC-GPG 2000 se proporcionan tres métodos: dos métodos de Nivel 1 (el método de referencia y el método sectorial) y un método Nivel 2/Nivel 3 (un enfoque detallado basado en las tecnologías que se utilizan y que también se denomina “método abajo – arriba”). Para la elección del método a utilizar, se siguió el árbol de decisión indicado en la Figura 2.1 de las guías IPCC-GPG 2000. Este análisis verificó que el método posible a utilizar es el de Nivel 1 (sectorial), aplicándole las correcciones establecidas (oxidación y carbono almacenado). Los resultados que se proporcionan sobre el método de referencia son solamente como información y no se utilizó como vía de control aunque en general la comparación entre estos resultados y los del método sectorial son aceptables excepto para los años 1996 y 1998 en que la diferencia supera ligeramente el 5%.

En la Figura 2.4 se muestran las diferencias de los resultados obtenidos al aplicar los métodos de Referencia y Sectorial para la estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles.

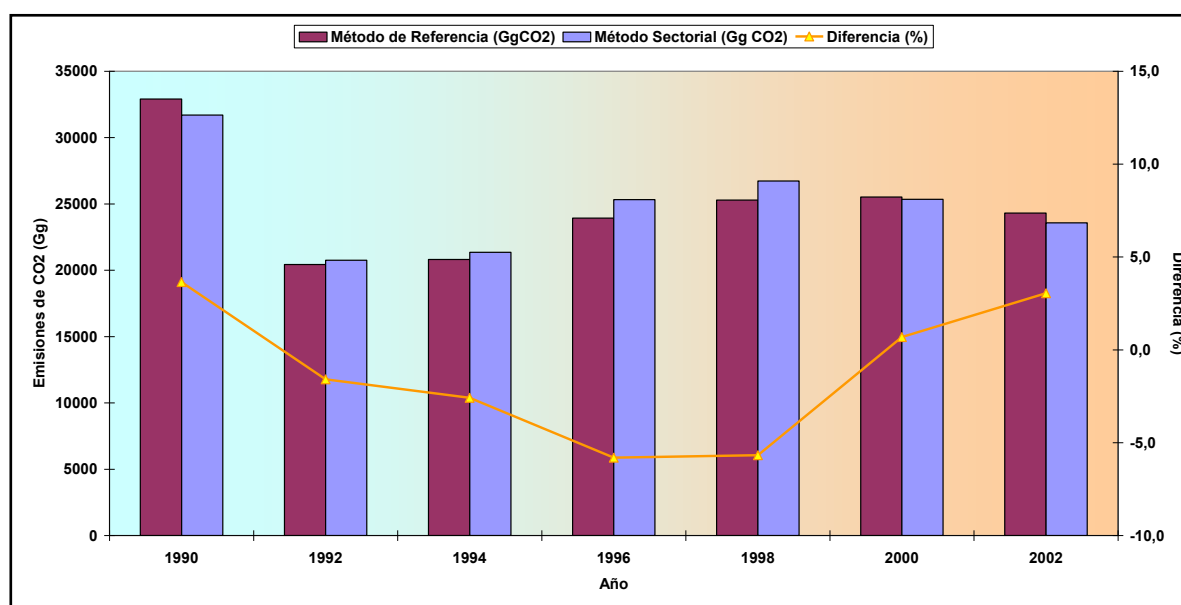


Figura 2.4 Estimación de emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles utilizando los métodos Sectorial y de Referencia (método de control). Cuba, años pares del período 1990 - 2002.

En las Figuras 2.5 a la 2.7 se muestra el comportamiento de la tendencia de las emisiones brutas de cada GEI determinado en el inventario por categorías de fuentes. Para el CO₂ (Figura 2.5) puede apreciarse el peso que tienen en las emisiones las industrias de la energía y la quema de combustibles para energía, en las industrias manufactureras y la construcción. En el caso del CH₄ (Figura 2.6), que es el único de los gases de efecto invernadero directo en el país con una tendencia al incremento en sus emisiones, estas son dominadas por aquellas derivadas de la fermentación entérica en el ganado doméstico, aunque las emisiones fugitivas de este gas vienen incrementando su importancia, derivadas de las actividades del petróleo y gas natural. También resultan de interés las emisiones de CH₄

provenientes de los vertederos de desechos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

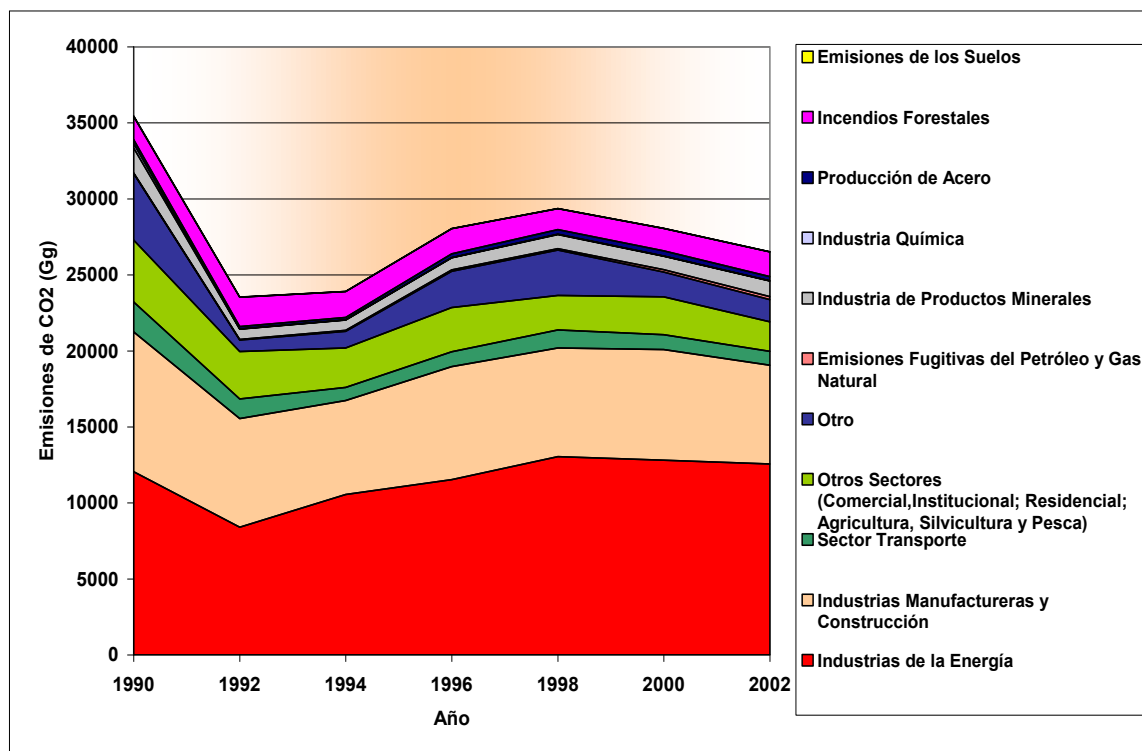


Figura 2.5 Comportamiento de las emisiones de CO₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

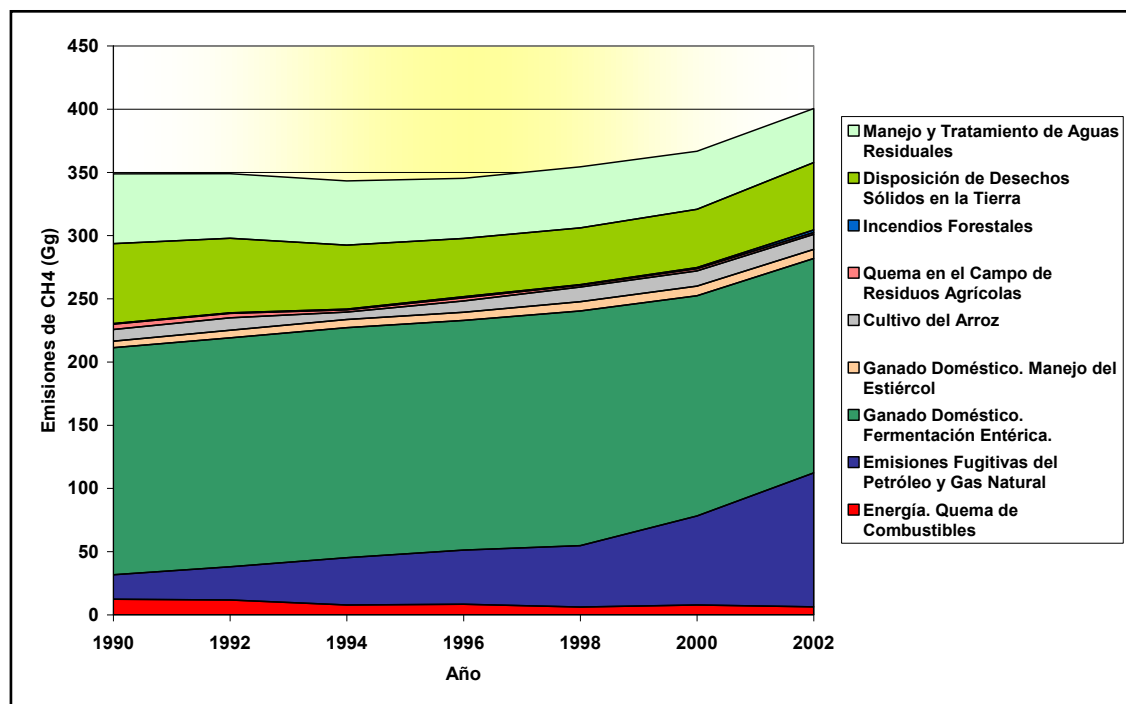


Figura 2.6 Comportamiento de las emisiones de CH₄ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

Con relación al N₂O (Figura 2.7), las emisiones de este GEI son dominadas casi totalmente por las provenientes de los suelos agrícolas. Otras categorías de fuentes, entre estas el transporte, aportan emisiones menores de este GEI.

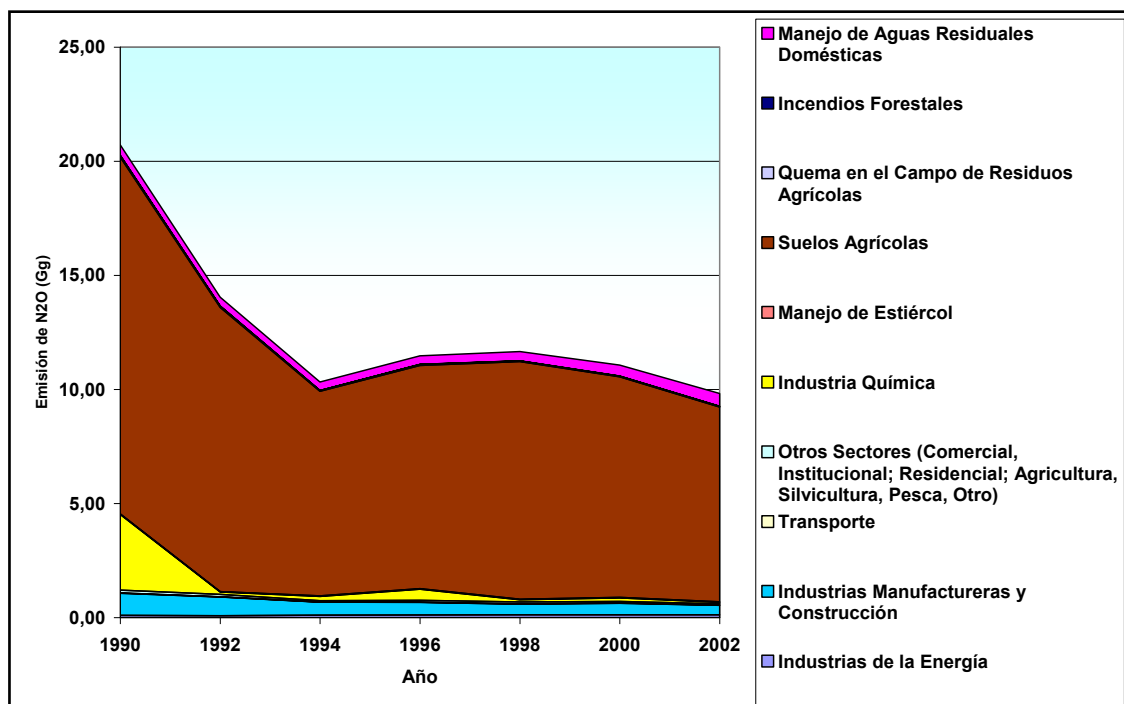


Figura 2.7 Comportamiento de las emisiones de N₂O por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

El resumen por categorías de fuentes del comportamiento de las emisiones de los GEI indirecto (gases precursores) se muestra en las Figuras 2.8 y 2.9. Estos gases son también importantes contaminantes atmosféricos, por lo que la información reviste también interés para la vigilancia de la calidad del aire.

Para el caso de los NO_x (Figura 2.8), las principales emisiones proceden de la quema de combustibles fósiles en las industrias de la energía, el sector de industrias manufactureras y la construcción, el sector del transporte y otros sectores (comercial institucional, residencial etc.). El resto de las categorías genera menores emisiones. Por otra parte (Figura 2.9), las emisiones de CO, derivadas en buena medida de combustiones incompletas en la quema de combustibles, han tenido también en el período una fuerte tendencia a la disminución, comportamiento que está dominado por la reducción observada en el sector de industrias manufactureras y la construcción (muy influida por la disminución en el volumen del bagazo de caña utilizado para energía en la industria azucarera).

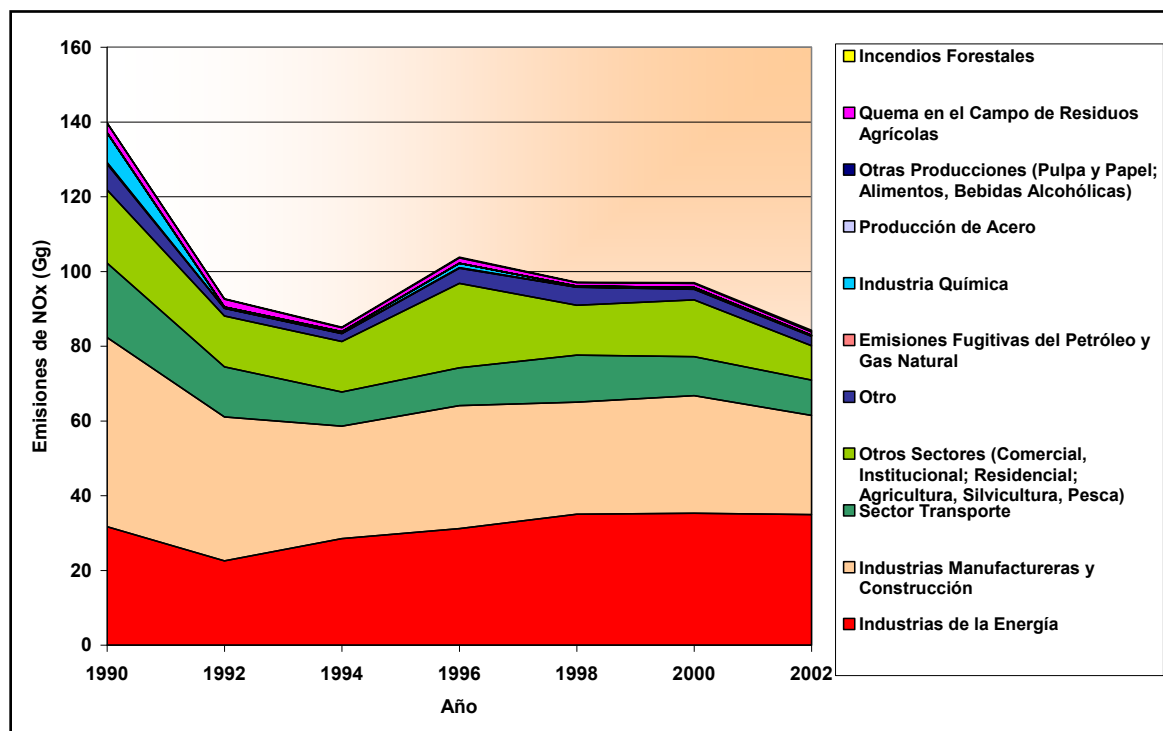


Figura 2.8 Comportamiento de las emisiones de NOx por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

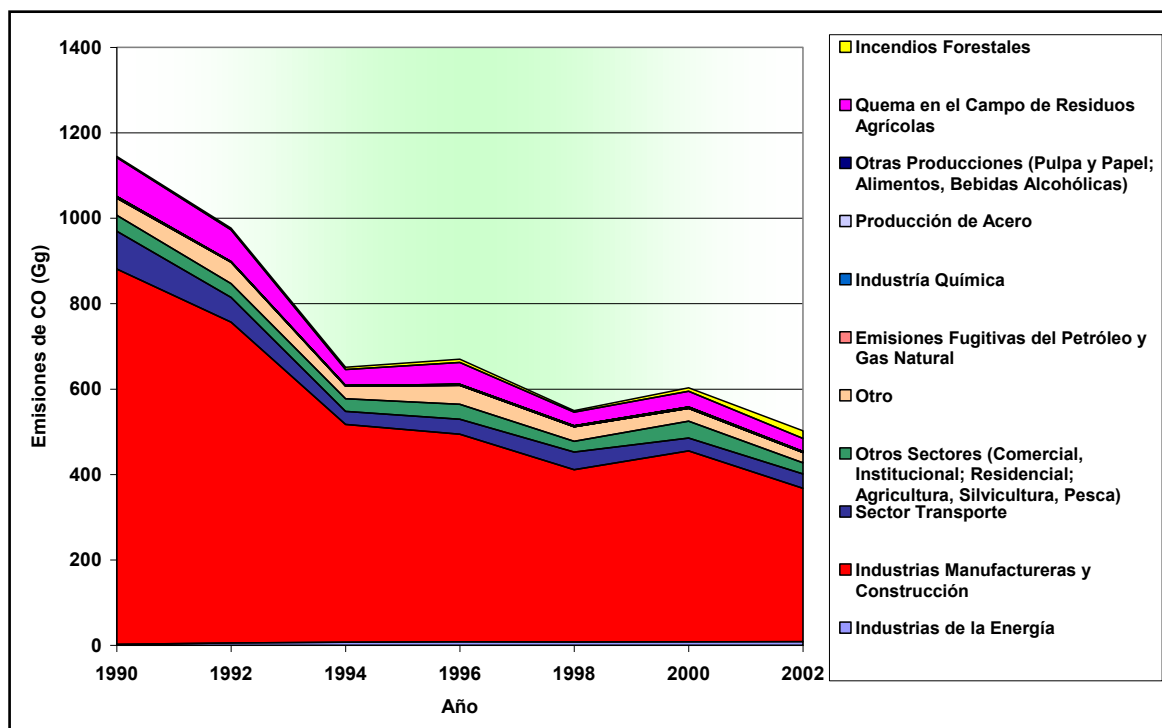


Figura 2.9 Comportamiento de las emisiones de CO por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

Con relación a los Compuestos Orgánicos Diferentes del Metano (COVDM), estas emisiones son bajas y contribuyen a ellas una variedad de procesos industriales y actividades que utilizan disolventes. De los gases precursores, solamente el SO₂ muestra una tendencia al crecimiento en las emisiones (Figura 2.10). Su causa principal es el incremento en la utilización de petróleo crudo nativo, con un alto contenido de azufre, en las industrias de la energía, manufactureras y la construcción, entre estas últimas en la producción de cemento.

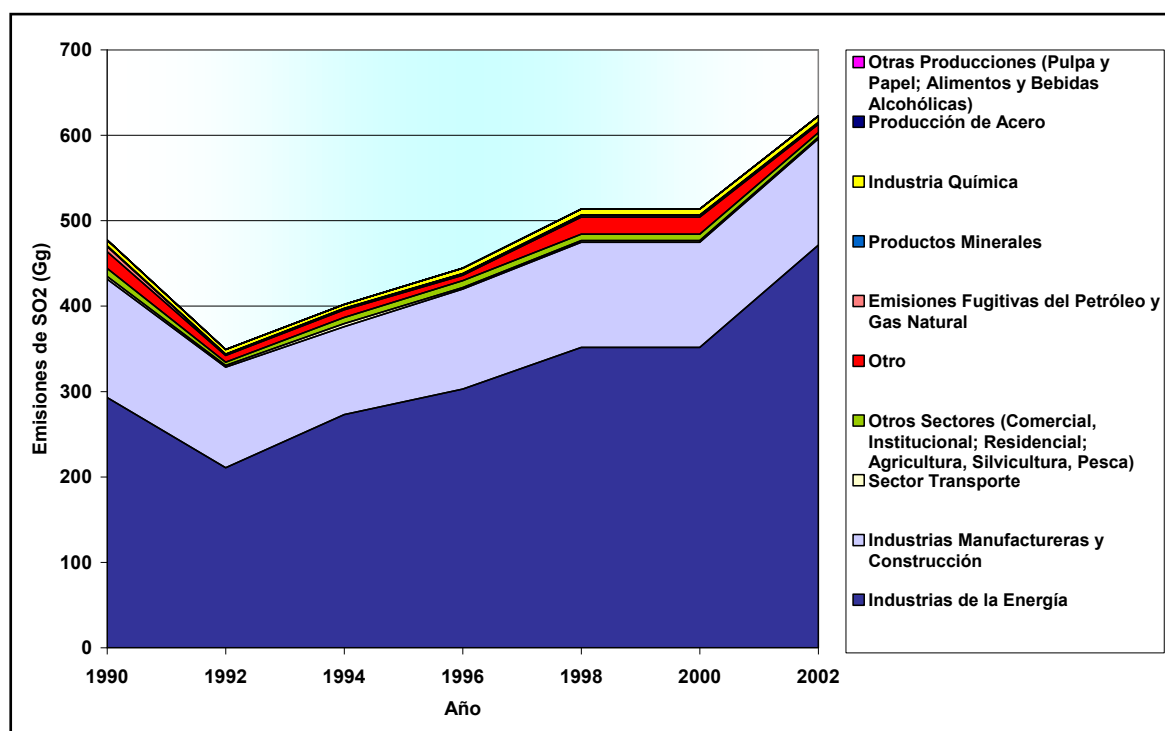


Figura 2.10 Comportamiento de las emisiones de SO₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

2.2.2 Emisiones Netas

A diferencia de las emisiones brutas, en la determinación de las emisiones netas se incluyen las emisiones y remociones de GEI del sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. En Cuba, las remociones de CO₂ por el crecimiento de la biomasa en los bosques superan de forma notable a las emisiones que se producen en estos por las extracciones de madera y otras causas. El efecto de estas remociones netas en ese sector trae como consecuencia que en las emisiones netas de CO₂ (Tabla 2.4) aparezcan importantes reducciones, al compararlas con las emisiones brutas presentadas en la Tabla 2.1.

En otros gases precursores, como los NO_x y el CO, las emisiones netas crecieron en comparación con las emisiones brutas, pero solo ligeramente. A manera de ejemplo del comportamiento descrito anteriormente, y que de forma cercana se repite en todos los años evaluados, en las Tablas 2.5 y 2.6 se muestran las emisiones netas de GEI por sectores para los años 2000 y 2002.

Tabla 2.4 Emisiones netas* por gases (Gg). Cuba, años pares 1990 – 2002.

| Año | GEI | | | | | | |
|------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|---------|--------|-----------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | COVDM | SO ₂ |
| 1990 | 23 295,0 | 348,83 | 20,71 | 139,79 | 1144,74 | 195,69 | 477,49 |
| 1992 | 9740,9 | 348,91 | 14,03 | 92,68 | 976,74 | 143,75 | 349,14 |
| 1994 | 9394,09 | 343,21 | 10,33 | 85,10 | 651,03 | 88,47 | 401,90 |
| 1996 | 13237,02 | 352,94 | 11,47 | 103,84 | 669,77 | 108,27 | 444,30 |
| 1998 | 15117,34 | 355,19 | 11,65 | 97,10 | 549,64 | 98,02 | 462,72 |
| 2000 | 14080,55 | 366,71 | 11,07 | 97,03 | 602,81 | 432,46 | 513,64 |
| 2002 | 11698,62 | 400,36 | 9,82 | 84,32 | 502,15 | 283,52 | 622,51 |

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

Tabla 2.5 Emisiones netas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000.

| Sector | GEI | | | | | | | |
|---|---------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
| | CO ₂ emisiones | CO ₂ remociones | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | COVDM | SO ₂ |
| Energía | 25 342,12 | 0,00 | 78,24 | 0,71 | 95,35 | 554,99 | 23,20 | 506,02 |
| Procesos Industriales | 1241,53 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,38 | 2,96 | 390,91 | 7,61 |
| Uso de Solventes y Otros Productos | NA | NA | NA | NE | NA | NA | 18,27 | NA |
| Agricultura | NA | NA | 195,48 | 9,72 | 1,05 | 36,95 | NA | NA |
| Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (2) | 0,00 | -12505,67 | 0,90 | 0,01 | 0,22 | 7,89 | NA | NA |
| Desechos | 2,56 | NA | 92,09 | 0,48 | 0,03 | 0,02 | 0,08 | 0,01 |
| Total | 26 586,22 | -12 505,67 | 366,71 | 11,07 | 97,03 | 602,81 | 432,46 | 513,64 |

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad. 2) Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.6 Emisiones netas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002.

| Sector | GEI | | | | | | | |
|---|---------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|-------|--------|--------|-----------------|
| | CO ₂ emisiones | CO ₂ remociones | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
| Energía | 23 570,90 | 0,00 | 112,22 | 0,60 | 82,75 | 451,56 | 18,90 | 614,47 |
| Procesos Industriales | 1 318,51 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,16 | 2,38 | 246,65 | 8,02 |
| Uso de Solventes y Otros Productos | NA | NA | NA | NE | NA | NA | 17,85 | NA |
| Agricultura | NA | NA | 190,16 | 8,58 | 0,87 | 30,53 | NA | NA |
| Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (2) | 0,00 | -13194,32 | 2,02 | 0,01 | 0,50 | 17,65 | NA | NA |
| Desechos | 3,53 | NA | 95,97 | 0,56 | 0,04 | 0,03 | 0,12 | 0,02 |
| Total | 24 892,94 | -13 194,32 | 400,36 | 9,82 | 84,32 | 502,15 | 283,52 | 622,51 |

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad. 2) Los valores con signo negativo indican remociones netas.

2.2.3 Reporte del Inventario

En la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002), se alienta a todas las Partes no incluidas en el Anexo I a que utilicen las Tablas 1 y 2 incluidas en las guías para la preparación de sus comunicaciones nacionales con el objetivo de reportar sus inventarios nacionales de GEI. En las tablas 2.7, 2.8 y 2.9 se incluyen esas tablas actualizadas para los años 1990, 2000 y 2002⁷. Los detalles para las categorías y subcategorías deben verse en los módulos correspondientes del reporte del inventario.

La Tabla 2 de las mencionadas guías se refiere a las emisiones de HFCs, PFCs y SF₆, que no pudieron calcularse en el inventario debido a que no se dispuso de los datos de actividad necesarios. Dada esta situación, se incluye solo una tabla que engloba todos los años evaluados (Tabla 2.10 en este capítulo).

⁷ En el reporte del inventario aparecen estas tablas para todos los años pares del período 1990 – 2002.

Tabla 2.7 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 1990.

| Categorías de fuentes y sumideros | CO ₂ Emisiones | CO ₂ Remociones | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
|---|---------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|--------|----------|--------|-----------------|
| <i>Total nacional de emisiones y remociones</i> | 33 899,59 | -10 604,59 | 348,83 | 20,71 | 139,79 | 1 144,74 | 195,69 | 477,49 |
| 1. Energía | 31 699,41 | 0,00 | 31,74 | 1,20 | 129,12 | 1 047,29 | 42,81 | 469,76 |
| <i>A. Quema de combustibles (sectorial)</i> | 31 661,66 | | 12,36 | 1,20 | 128,73 | 1 046,70 | 38,75 | 463,67 |
| 1. Industrias de la Energía | 12 054,19 | | 0,48 | 0,10 | 31,69 | 2,38 | 0,79 | 292,87 |
| 2. Industrias Manufactureras y Construcción | 9 191,92 | | 6,98 | 0,97 | 50,61 | 878,71 | 11,81 | 138,60 |
| 3. Transporte | 1 968,85 | | 0,27 | 0,02 | 19,95 | 88,49 | 16,80 | 3,13 |
| 4. Otros sectores | 4 067,03 | | 1,61 | 0,05 | 19,55 | 37,10 | 4,39 | 9,52 |
| 5. Otros | 4 379,66 | | 3,02 | 0,07 | 6,92 | 40,02 | 4,94 | 19,55 |
| <i>B. Emisiones fugitivas de los combustibles</i> | 37,75 | | 19,38 | 0,00 | 0,39 | 0,59 | 4,06 | 6,09 |
| 1. Combustibles sólidos | | | NO | | NO | NO | NO | NO |
| 2. Petróleo y gas natural | 37,75 | | 19,38 | 0,00 | 0,39 | 0,59 | 4,06 | 6,09 |
| 2. Procesos industriales | 2 200,18 | 0,00 | 0,00 | 3,32 | 8,01 | 3,82 | 137,17 | 7,73 |
| <i>A. Productos minerales</i> | 1 653,09 | | | | 0,00 | 0,00 | 53,96 | 0,87 |
| <i>B. Industria química</i> | 281,50 | | 0,00 | 3,32 | 7,96 | 1,38 | 0,82 | 6,74 |
| <i>C. Producción de metales</i> | 265,59 | | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 2,25 | 0,04 | 0,03 |
| <i>D. Otras producciones</i> | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,19 | 82,35 | 0,09 |
| <i>E. Producción de halocarburos y SF₆</i> | | | | | | | | |
| <i>F. Consumo de halocarburos y SF₆</i> | | | | | | | | |
| <i>G. Otros</i> | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3. Uso de solventes y otros productos | 0,00 | | | NE | | | 15,71 | |
| 4. Agricultura | | | 198,23 | 15,73 | 2,58 | 90,87 | 0,00 | NA |
| <i>A. Fermentación entérica</i> | | | 179,59 | | | | | |
| <i>B. Manejo del estiércol</i> | | | 5,02 | 0,03 | | | NA | |
| <i>C. Cultivo del arroz</i> | | | 9,29 | | | | NA | |
| <i>D. Suelos agrícolas</i> | | | NA | 15,63 | | | NA | |
| <i>E. Quemadas prescritas de sabanas</i> | | | NO | NO | NO | NO | NO | |
| <i>F. Quema en el campo de residuos agrícolas</i> | | | 4,33 | 0,07 | 2,58 | 90,87 | NA | |
| <i>G. Otros</i> | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

| Categorías de fuentes y sumideros | CO₂ Emisiones | CO₂ Remociones | CH₄ | N₂O | NOx | CO | COVDM | SO₂ |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-----------|--------------|-----------------------|
| 5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura | 0,00 | -10 604,59 | 0,32 | 0,00 | 0,08 | 2,76 | NA | NA |
| A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa | 0,00 | -12 171,95 | | | | | | |
| B. Conversión de bosques y pastizales | 1 524,85 | 0,00 | 0,32 | 0,00 | 0,08 | 2,76 | | |
| C. Abandono de tierras manejadas | | NO | | | | | | |
| D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo | 42,50 | NE | | | | | | |
| E. Otros | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 6. Desechos | NE | | 118,54 | 0,46 | NE | NE | NE | NE |
| A. Disposición de desechos sólidos en la tierra | | | 63,33 | | 0,00 | | 0,00 | |
| B. Manejo de aguas residuales | | | 55,21 | 0,46 | NA | NA | NA | |
| C. Incineración de desechos | NE | | NE | NE | NE | NE | NE | NE |
| D. Otros | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Otras | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Partidas pro memoria (1): | | | | | | | | |
| Depósitos internacionales | 1 057,47 | | 0,14 | 0,03 | 4,28 | 5,55 | 2,33 | 0,28 |
| Aviación | 863,15 | | 0,13 | 0,03 | 0,43 | 2,98 | 1,81 | 0,27 |
| Marina | 194,32 | | 0,01 | 0,00 | 3,86 | 2,57 | 0,51 | 0,00 |
| Emisiones de CO ₂ de la biomasa | 20 393,77 | | | | | | | |

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.8 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2000.

| Categorías de fuentes y sumideros | CO ₂ Emisiones | CO ₂ Remociones | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
|---|---------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|-------|--------|--------|-----------------|
| Total nacional de emisiones y remociones | 26 586,22 | -12 505,67 | 366,71 | 11,07 | 97,03 | 602,81 | 432,46 | 513,64 |
| 1. Energía | 25 342,12 | 0,00 | 78,24 | 0,71 | 95,35 | 554,99 | 23,20 | 506,02 |
| A. Quema de combustibles (sectorial) | 25 189,26 | | 7,77 | 0,71 | 95,22 | 554,80 | 20,49 | 504,06 |
| 1. Industrias de la Energía | 12 806,08 | | 0,66 | 0,12 | 35,27 | 8,29 | 1,17 | 351,54 |
| 2. Industrias Manufactureras y Construcción | 7 272,87 | | 3,58 | 0,51 | 31,51 | 446,78 | 6,12 | 123,05 |
| 3. Transporte | 989,40 | | 0,06 | 0,01 | 10,40 | 30,25 | 5,79 | 2,06 |
| 4. Otros sectores | 2 480,93 | | 1,73 | 0,04 | 15,17 | 39,30 | 4,65 | 7,37 |
| 5. Otros | 1 639,99 | | 1,74 | 0,03 | 2,86 | 30,19 | 2,76 | 20,06 |
| B. Emisiones fugitivas de los combustibles | 152,86 | | 70,47 | 0,00 | 0,13 | 0,19 | 2,71 | 1,96 |
| 1. Combustibles sólidos | | | NO | | NO | NO | NO | NO |
| 2. Petróleo y gas natural | 152,86 | | 70,47 | 0,00 | 0,13 | 0,19 | 2,71 | 1,96 |
| 2. Procesos industriales | 1 241,53 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,38 | 2,96 | 390,91 | 7,61 |
| A. Productos minerales | 879,69 | | | | 0,00 | 0,00 | 341,54 | 0,47 |
| B. Industria química | 14,90 | | 0,00 | 0,15 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 7,09 |
| C. Producción de metales | 346,94 | | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 2,95 | 0,06 | 0,04 |
| D. Otras producciones | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 49,31 | 0,01 |
| E. Producción de halocarburos y SF ₆ | | | | | | | | |
| F. Consumo de halocarburos y SF ₆ | | | | | | | | |
| G. Otros | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3. Uso de solventes y otros productos | 0,00 | | | NE | | | 18,27 | |
| 4. Agricultura | | | 195,48 | 9,72 | 1,05 | 36,95 | NA | NA |
| A. Fermentación entérica | | | 174,14 | | | | | |
| B. Manejo del estiércol | | | 7,57 | 0,03 | | | NA | |
| C. Cultivo del arroz | | | 12,01 | | | | NA | |
| D. Suelos agrícolas | | | NA | 9,66 | | | NA | |
| E. Quemas prescritas de sabanas | | | NO | NO | NO | NO | NO | |
| F. Quema en el campo de residuos agrícolas | | | 1,76 | 0,03 | 1,05 | 36,95 | NA | |
| G. Otros | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

| Categorías de fuentes y sumideros | CO ₂ Emisiones | CO ₂ Remociones | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
|--|---------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|------|------|-------|-----------------|
| 5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura | 0,00 | -12 505,67 | 0,90 | 0,01 | 0,22 | 7,89 | NA | NA |
| A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa | 0,00 | -13 979,25 | | | | | | |
| B. Conversión de bosques y pastizales | 1 473,13 | 0,00 | 0,90 | 0,01 | 0,22 | 7,89 | | |
| C. Abandono de tierras manejadas | | NO | | | | | | |
| D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo | 0,45 | NE | | | | | | |
| E. Otros | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 6. Desechos | 2,56 | | 92,09 | 0,48 | 0,03 | 0,02 | 0,08 | 0,01 |
| Disposición de desechos sólidos en la tierra | | | 46,17 | | 0,00 | | 0,00 | |
| B. Manejo de aguas residuales | | | 45,92 | 0,48 | NA | NA | NA | |
| C. Incineración de desechos | 2,56 | | | 0,0012 | 0,03 | 0,02 | 0,08 | 0,01 |
| D. Otros | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Otras | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Partidas pro memoria (1): | | | | | | | | |
| Depósitos internacionales | 608,04 | | 0,12 | 0,02 | 1,61 | 3,11 | 1,58 | 0,17 |
| Aviación | 548,28 | | 0,11 | 0,02 | 0,40 | 2,30 | 1,42 | 0,17 |
| Marina | 59,76 | | 0,00 | 0,00 | 1,21 | 0,81 | 0,16 | 0,00 |
| Emisiones de CO ₂ de la biomasa | 11 412,66 | | | | | | | |

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.9 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2002.

| Categorías de fuentes y sumideros | CO ₂ emisiones | CO ₂ remociones | CH ₄ | N ₂ O | NOx | CO | COVDM | SO ₂ |
|---|---------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|-------|--------|--------|-----------------|
| Total nacional de emisiones y remociones | 24 892,94 | -13 194,32 | 400,36 | 9,82 | 84,32 | 502,15 | 283,52 | 622,51 |
| 1. Energía | 23 570,90 | 0,00 | 112,22 | 0,60 | 82,75 | 451,56 | 18,90 | 614,47 |
| A. Quema de combustibles (sectorial) | 23 365,67 | | 6,29 | 0,60 | 82,64 | 451,40 | 17,80 | 612,82 |
| 1. Industrias de la Energía | 12 560,91 | | 0,67 | 0,12 | 34,91 | 8,57 | 1,17 | 471,38 |
| 2. Industrias Manufactureras y Construcción | 6 487,29 | | 2,89 | 0,41 | 26,58 | 359,01 | 4,96 | 124,42 |
| 3. Transporte | 913,58 | | 0,05 | 0,01 | 9,45 | 33,70 | 6,42 | 1,75 |
| 4. Otros sectores | 1 942,86 | | 1,19 | 0,03 | 9,19 | 25,92 | 2,78 | 5,51 |
| 5. Otros | 1 461,03 | | 1,49 | 0,03 | 2,51 | 24,19 | 2,47 | 9,76 |
| B. Emisiones fugitivas de los combustibles | 205,23 | | 105,93 | 0,00 | 0,11 | 0,16 | 1,10 | 1,65 |
| 1. Combustibles sólidos | | | NO | | NO | NO | NO | NO |
| 2. Petróleo y gas natural | 205,23 | | 105,93 | 0,00 | 0,11 | 0,16 | 1,10 | 1,65 |
| 2. Procesos industriales | 1 318,51 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,16 | 2,38 | 246,65 | 8,02 |
| A. Productos minerales | 1 027,62 | | | | 0,00 | 0,00 | 197,95 | 0,56 |
| B. Industria química | 10,95 | | 0,00 | 0,06 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 7,43 |
| C. Producción de metales | 279,95 | | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 2,38 | 0,05 | 0,03 |
| D. Otras producciones | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 48,66 | 0,00 |
| E. Producción de halocarburos y SF ₆ | | | | | | | | |
| F. Consumo de halocarburos y SF ₆ | | | | | | | | |
| G. Otros | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3. Uso de solventes y otros productos | 0,00 | | | NE | | | 17,85 | |
| 4. Agricultura | | | 190,16 | 8,58 | 0,87 | 30,53 | NA | NA |
| A. Fermentación entérica | | | 169,65 | | | | | |
| B. Manejo del estiércol | | | 7,18 | 0,03 | | | NA | |
| C. Cultivo del arroz | | | 11,88 | | | | NA | |
| D. Suelos agrícolas | | | NA | 8,53 | | | NA | |
| E. Quemadas prescritas de sabanas | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | NO | |

| Categorías de fuentes y sumideros | | CO ₂ emisiones | CO ₂ remociones | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | COVDM | SO ₂ |
|--|--|---------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| | F. Quema en el campo de residuos agrícolas | | | 1,45 | 0,02 | 0,87 | 30,53 | NA | |
| | G. Otros | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura | | 0,00 | -13 194,32 | 2,02 | 0,01 | 0,50 | 17,65 | NA | NA |
| | A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa | 0,00 | -14 824,84 | | | | | | |
| | B. Conversión de bosques y pastizales | 1 626,79 | 0,00 | 2,02 | 0,01 | 0,50 | 17,65 | | |
| | C. Abandono de tierras manejadas | | NO | | | | | | |
| | D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo | 3,74 | NE | | | | | | |
| | E. Otros | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 6. Desechos | | 3,53 | | 95,97 | 0,56 | 0,04 | 0,03 | 0,12 | 0,02 |
| | Disposición de desechos sólidos en la tierra | | | 53,32 | | 0,00 | | 0,00 | |
| | B. Manejo de aguas residuales | | | 42,64 | 0,56 | NA | NA | NA | |
| | C. Incineración de desechos | 3,53 | | | 0,002 | 0,04 | 0,03 | 0,12 | 0,02 |
| | D. Otros | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Otras | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Partidas pro memoria (1): | | | | | | | | | |
| | Depósitos internacionales | 645,17 | | 0,06 | 0,02 | 1,47 | 2,48 | 1,13 | 0,19 |
| | Aviación | 582,83 | | 0,05 | 0,02 | 0,20 | 1,63 | 0,96 | 0,18 |
| | Marina | 62,34 | | 0,00 | 0,00 | 1,27 | 0,84 | 0,17 | 0,00 |
| | Emisiones de CO ₂ de la biomasa | 9 267,51 | | | | | | | |

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.10 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Años pares 1990 - 2002.

| Categorías de fuentes y sumideros | HFCs | | | PFCs | | | SF ₆ |
|--|--------|---------|-------|-----------------|-------------------------------|-------|-----------------|
| | HFC-23 | HFC-134 | Otros | CF ₄ | C ₂ F ₆ | Otros | |
| Total nacional de emisiones y remociones | NE | NE | NE | NE | NE | NE | NE |
| 1. Energía | | | | | | | |
| A. Quema de combustibles (sectorial) | | | | | | | |
| 1. Industrias de la Energía | | | | | | | |
| 2. Industrias Manufactureras y Construcción | | | | | | | |
| 3. Transporte | | | | | | | |
| 4. Otros sectores | | | | | | | |
| 5. Otros | | | | | | | |
| B. Emisiones fugitivas de los combustibles | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 1. Combustibles sólidos | | | | | | | |
| 2. Petróleo y gas natural | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 2. Procesos industriales | | | | | | | |
| A. Productos minerales | | | | | | | |
| B. Industria química | | | | | | | |
| C. Producción de metales | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| D. Otras producciones | | | | | | | |
| E. Producción de halocarburos y SF ₆ | NO | NO | | NO | NO | | NO |
| F. Consumo de halocarburos y SF ₆ | NE | NE | | NE | NE | | NE |
| G. Otros | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| 3. Uso de solventes y otros productos | | | | | | | |
| 4. Agricultura | | | | | | | |
| A. Fermentación entérica | | | | | | | |
| B. Manejo del estiércol | | | | | | | |
| C. Cultivo del arroz | | | | | | | |
| D. Suelos agrícolas | | | | | | | |
| E. Quemas prescritas de sabanas | | | | | | | |
| F. Quema en el campo de residuos agrícolas | | | | | | | |
| G. Otros | | | | | | | |
| 5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura | | | | | | | |
| A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa | | | | | | | |
| B. Conversión de bosques y pastizales | | | | | | | |
| C. Abandono de tierras manejadas | | | | | | | |

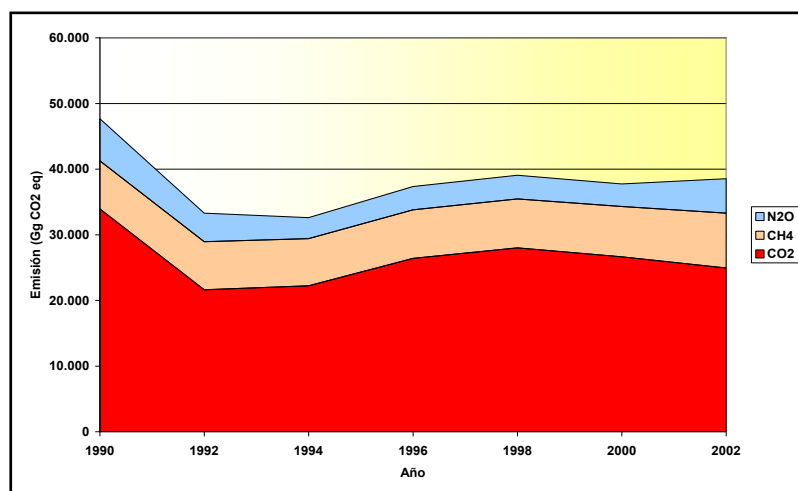
| Categorías de fuentes y sumideros | HFCs | | | PFCs | | | SF ₆ |
|--|--------|---------|-------|-----------------|-------------------------------|-------|-----------------|
| | HFC-23 | HFC-134 | Otros | CF ₄ | C ₂ F ₆ | Otros | |
| D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo | | | | | | | |
| E. Otros | | | | | | | |
| 6. Desechos | | | | | | | |
| Disposición de desechos sólidos en la tierra | | | | | | | |
| B. Manejo de aguas residuales | | | | | | | |
| C. Incineración de desechos | | | | | | | |
| D. Otros | | | | | | | |
| 7. Otras | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO |
| Partidas pro memoria: | | | | | | | |
| Depósitos internacionales | | | | | | | |
| Aviación | | | | | | | |
| Marina | | | | | | | |
| Emisiones de CO ₂ de la biomasa | | | | | | | |
| <i>NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla).</i> | | | | | | | |

2.3 Resumen de las emisiones agregadas por gases y sectores

2.3.1 Emisiones Brutas Agregadas en Equivalentes de CO₂

Todos los gases no aportan en el mismo grado al incremento del efecto invernadero. Para expresar las emisiones de GEI sobre una base equivalente, que refleje su contribución al calentamiento atmosférico, se utilizan los Potenciales de Calentamiento Global (PCG).

Para convertir las emisiones expresadas en Gg a unidades equivalentes de CO₂ (CO₂eq), simplemente se multiplican las emisiones de cada GEI directo por su correspondiente PCG. De acuerdo con lo establecido en la Decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002), para este cálculo se utilizan los valores de PCG para un horizonte temporal de 100 años, reportados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 1996). La conversión de las emisiones a unidades equivalentes de CO₂, posibilita agregar (sumar) las emisiones de los diferentes GEI directo, que en el caso de este reporte del inventario de Cuba, corresponden al CO₂, CH₄ y N₂O.



El total de las emisiones brutas agregadas resultó 3 773,02 Gg de CO₂eq en el año 2000, y 36 340,32 Gg de CO₂eq en el año 2002, un 23,8% menor que en el año base 1990 en que se emitieron 47 671,56 Gg de CO₂eq (Figura 2.11, Tabla 2.11).

Figura 2.11 Emisiones brutas agregadas anuales en equivalentes de CO₂ (Gg CO₂eq) para los diferentes GEI. Cuba. Años pares del período 1990 - 2002.

Tabla 2.11 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores y total nacional en GgCO₂eq. Cuba. Años pares 1990 – 2002.

| Sector | Año | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |
| Energía | 32 737,30 | 21 866,77 | 22 531,70 | 26 634,41 | 28 099,43 | 27 205,49 | 26 113,38 |
| Procesos Industriales | 3 228,52 | 876,82 | 899,53 | 1 210,07 | 1 282,52 | 1 288,10 | 1 337,63 |
| Uso de Solventes y Otros Productos* | 34,56 | 29,75 | 29,89 | 30,85 | 34,71 | 40,19 | 38,04 |
| Agricultura | 9 039,59 | 8 090,84 | 6 913,16 | 7 240,43 | 7 570,58 | 7 118,55 | 6 653,09 |
| Desechos | 2 631,59 | 2 430,69 | 2 244,90 | 2 244,90 | 2 081,34 | 2 084,33 | 2 193,59 |
| Total | 4 7671,56 | 33 294,87 | 32 619,18 | 37 360,66 | 39 068,58 | 37 737,02 | 36 340,32 |

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de COVDM en el uso de solventes.

Tanto en el caso del CO₂ como en el N₂O, las emisiones brutas agregadas en el año 2002 resultaron menores que en 1990 (-26,5% y -52,6% respectivamente). Sin embargo, para el CH₄ estas emisiones superaron a las de 1990 en un 14,3%. Con relación a la contribución porcentual a las emisiones brutas agregadas en equivalente del CO₂, el peso fundamental corresponde al dióxido de carbono, con aportes relativos que variaron entre el 71,2% de las emisiones en 1990 y el 64,7% de estas en el año 2002. El CH₄ sigue en importancia al CO₂, con un incremento del aporte relativo en el período (15,4% en 1990 y 21,7% en el año 2002). El N₂O cerró 2002 con una contribución relativa a las emisiones del 8,4% menor a la del año 1990 (13,5%).

En la Figura 2.12 se muestra la evolución de las emisiones brutas agregadas de GEI en el período 1990 – 2002 para los diferentes sectores del inventario. Los mayores aportes a las emisiones brutas agregadas de GEI provienen del sector de la Energía seguido del sector de la Agricultura. Los sectores de Procesos Industriales y Desechos tienen una menor contribución y el sector de Uso de Solventes, un aporte insignificante (Tabla 2.12).

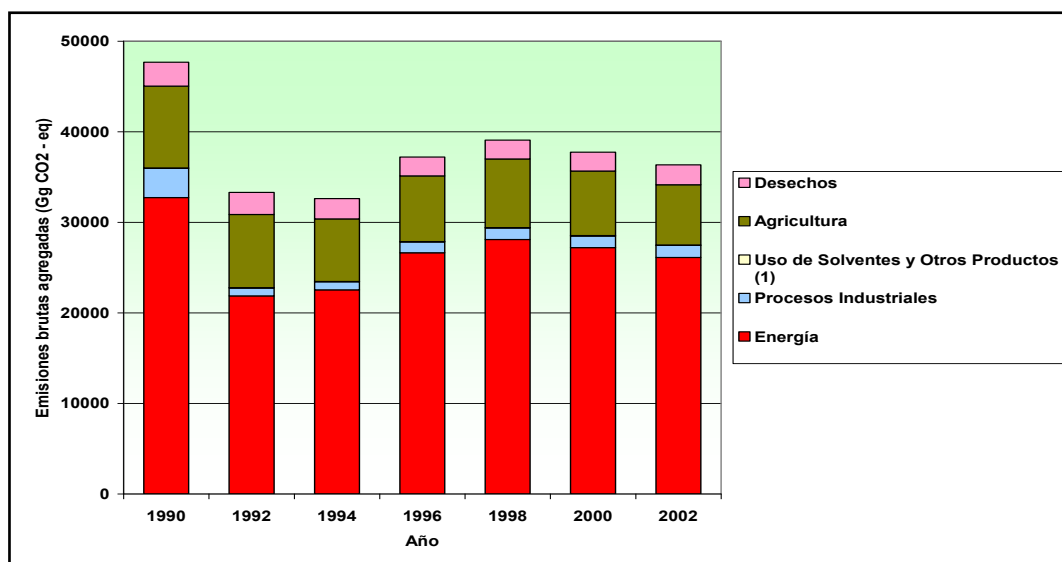


Figura 2.12 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores en Gg de CO₂eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

(1) Emisiones indirectas de CO₂.

Tabla 2.12 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI. Contribución en % de cada sector al total de CO₂eq del inventario. Cuba. Años pares 1990 – 2002.

| Sector | Años | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |
| Energía | 68,7 | 65,7 | 69,1 | 71,3 | 71,9 | 72,1 | 71,9 |
| Procesos Industriales | 6,8 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,7 |
| Uso de Solventes y Otros Productos* | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Agricultura | 19,0 | 24,3 | 21,2 | 19,4 | 19,4 | 18,9 | 18,3 |
| Desechos | 5,5 | 7,3 | 6,9 | 6,0 | 5,3 | 5,5 | 6,0 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de CO₂ en el uso de solventes.

Con relación a la evolución de las emisiones brutas agregadas de GEI, estas experimentaron disminuciones con relación al año base 1990 en todos los sectores, menos en el sector del Uso de Solventes y Otros Productos y el sector de Desechos. Nótese que, como se mostró anteriormente, el peso de estos sectores en las emisiones del país es menor en comparación con los sectores de Energía y Agricultura.

Las mayores disminuciones de las emisiones en porcentaje durante el período ocurrieron en el sector de Procesos Industriales, aunque por volumen de emisiones, tiene mucho mayor peso el descenso observado en los sectores de Energía y Agricultura (Tabla 2.13).

Tabla 2.13 Emisiones brutas agregadas de GEI. Índice de evolución anual (año 1990=100). Cuba. Años pares 1990 – 2002.

| Sector | Años | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |
| Energía | 100 | 66,8 | 68,8 | 81,4 | 85,8 | 83,1 | 79,8 |
| Procesos Industriales | 100 | 27,2 | 27,9 | 37,5 | 39,7 | 39,9 | 41,4 |
| Uso de Solventes y Otros Productos* | 100 | 86,1 | 86,5 | 89,3 | 100,4 | 116,3 | 110,1 |
| Agricultura | 100 | 89,5 | 76,5 | 80,1 | 83,7 | 78,7 | 73,6 |
| Desechos | 100 | 92,4 | 85,3 | 85,3 | 79,1 | 79,2 | 83,4 |
| Total | 100 | 69,8 | 68,4 | 78,4 | 82,0 | 79,2 | 76,2 |

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de COVDM en el uso de solventes.

2.3.2 Emisiones Netas Agregadas en Equivalentes de CO₂

Las emisiones netas agregadas en equivalentes de CO₂, tuvieron una importante disminución en el período, a consecuencia tanto del incremento en las remociones de este GEI en el sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, como de la caída en las emisiones brutas de GEI en otros sectores. En 2002, las emisiones netas agregadas en equivalentes de CO₂ eran 37,5% menor que en el año base 1990 (Figura 2.13).

La Figura 2.14, presenta la comparación entre las emisiones agregadas brutas y netas. Dado el peso que tienen las remociones de CO₂ por los bosques en Cuba, y la ausencia del proceso de deforestación, hacen que cuando al análisis se incorporan las emisiones y remociones del sector Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, las emisiones netas del país se reducen notablemente en comparación con las emisiones brutas.

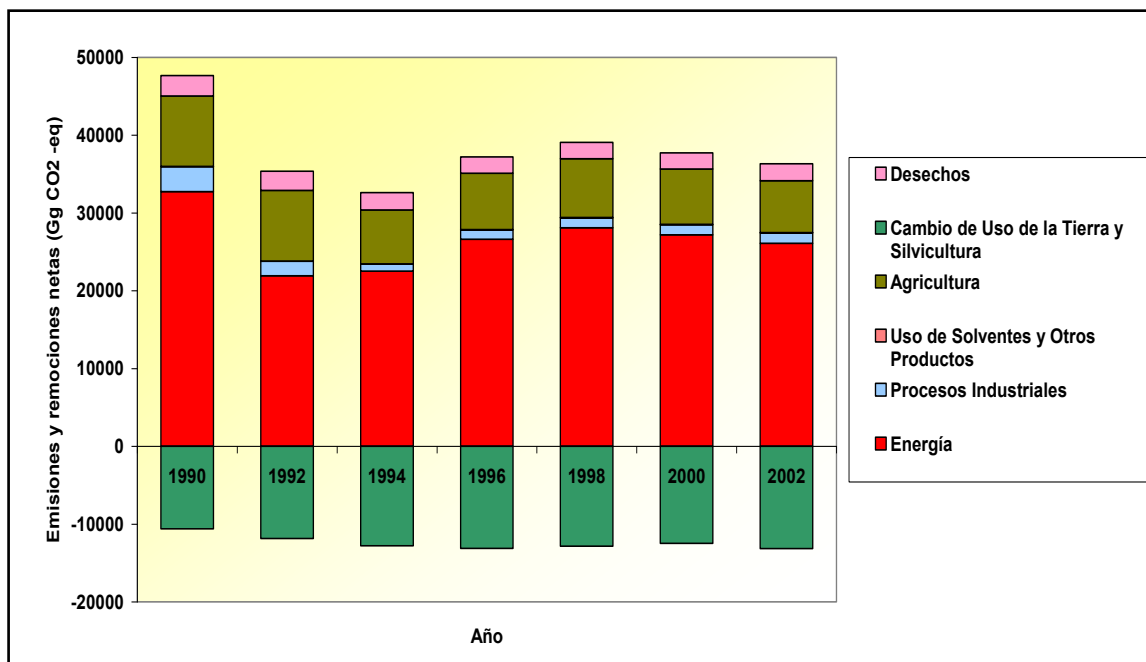


Figura 2.13 Emisiones y remociones netas agregadas anuales de GEI en Gg de CO₂eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

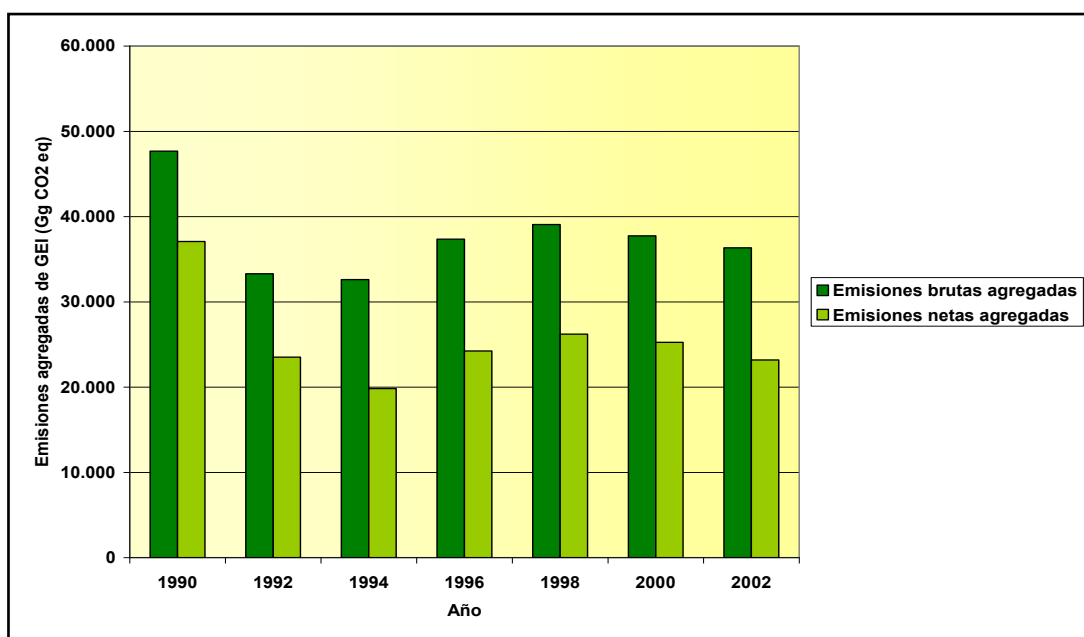


Figura 2.14 Comparación entre las emisiones brutas y netas agregadas (Gg CO₂eq). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

2.4 Emisiones per cápita de CO₂ y GEI

La Figura 2.15 incluye los resultados obtenidos en el cálculo de las emisiones per cápita anuales de CO₂ y GEI para los años evaluados en este reporte. Para este cálculo se utilizan las emisiones brutas de CO₂ (en Gg de CO₂) y las emisiones brutas agregadas de GEI (en Gg de CO₂eq). Los datos de población considerados corresponden a la información oficial para el período, proporcionada por la ONEI.

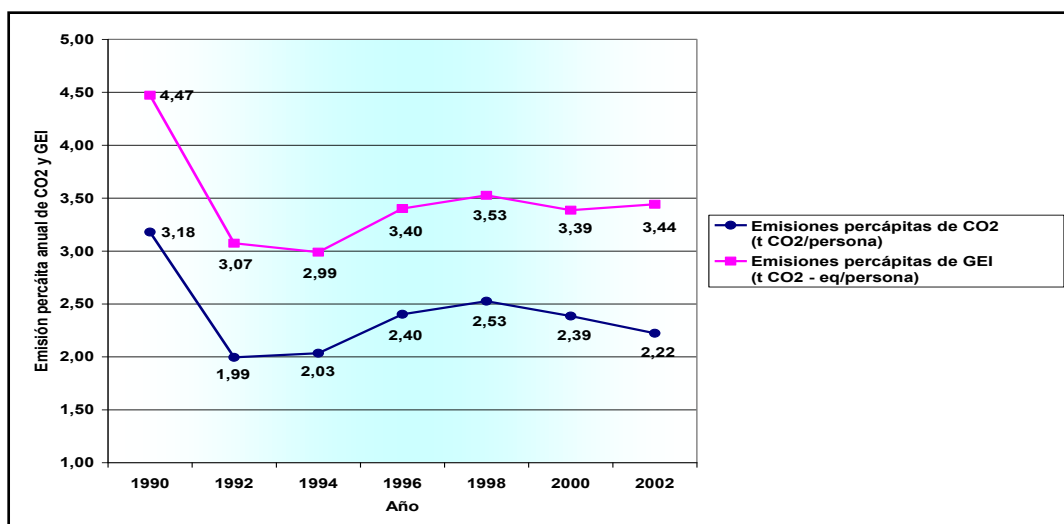


Figura 2.15 Emisiones per cápita anuales de CO₂ (tCO₂/persona) y GEI (tCO₂eq/persona). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

2.5 Mejoras en el reporte del inventario

Mediante estudios de caso se logró obtener parámetros de emisión apropiados en las condiciones de Cuba para: a) el carbono por los cambios en bosques y otras reservas de biomasa; b) el metano derivado de la fermentación entérica del ganado vacuno; y c) el metano para los rellenos sanitarios manuales. Dichos parámetros de emisión se muestran en las tablas 2.14 al 2.16.

Tabla 2.14 Incremento medio anual (IMA) de la biomasa seca para especies en condiciones naturales.

| Especie | IMA (tms/ha/año) |
|-----------------|------------------|
| Acacia spp. | 6,67 |
| Eucalyptus spp. | 22,37 |
| Tectona grandis | 11,27 |
| Pinus spp. | 6,32 |
| Pinus caribaea | 8,51 |

Fuente: Alvarez y Mercadet (2011)

Tabla 2.15 Parámetros de emisión del metano, derivado de la fermentación entérica del ganado vacuno.

| Subcategoría de ganado vacuno | Peso (kg) | kg CH ₄ por cabeza al año |
|-------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Vacas en ordeño | 400 | 55,49 |
| Vacas | 340 | 48,7 |
| Terneras | 74 | 6,54 |
| Terneros | 74 | 5,76 |
| Añojas | 150 | 26,59 |
| Añojos | 150 | 26,73 |
| Novillas | 260 | 34,06 |
| Toretas | 310 | 43,88 |
| Toros de ceba | 360 | 43,27 |
| Bueyes | 450 | 65,66 |
| Receladores | 450 | 42,33 |
| Sementales | 450 | 42,33 |

Fuente: Fernández (2007)

Tabla 2.16 Parámetros de emisión para los Rellenos Sanitarios Manuales (RSM) ubicados en las condiciones tropicales húmedas de Cuba.

| Parámetros de emisión | | Valor recomendado |
|--|--|--|
| Carbono orgánico degradable (COD) (Gg de C/Gg de desechos sólidos) | | 1,57 (a) |
| Fracción de COD que se descompone (CODf) | | 0,4 |
| Factor de corrección de CH ₄ (FCM) (fracción) | | 0,4 |
| Fracción volumétrica de CH ₄ en el gas de vertedero generado (F) (fracción) | | 0,5 |
| Factor de oxidación (Ox) | | 0.2 (b) |
| Constante de reacción (k) (año-1) | | |
| Desechos de degradación lenta | Papel/Textiles | 0,06 |
| | Madera/Paja | 0,03 |
| Desechos de degradación rápida | Otros putrescibles orgánicos (no alimentos) y desechos de parques y jardines | Desechos de podas 0,13 (c) Caucho y piel 0,02 |
| | Desechos de alimentos y lodos de alcantarilla | 0.3 (d) |
| Desechos brutos | | 0,13 |

Fuente: Valdés (2009)

(a) El valor de este parámetro es específico de la zona de estudio y el SDDS. En el estudio de caso resultó 0,157.

(b) El valor medio resultó 0,26. Utilizar 0,2 para RSM con cubierta de suelo.

(c) Stege (2009). Adicionalmente en este estudio de caso se recomienda considerar una parte de esos desechos como de degradación rápida.

(d) Este valor se deriva de una vida media de 2 años en correspondencia con los períodos de descomposición observados en el RSM Loma de Jacinto (3-4 años)

Los resultados presentados constituyen una primera aproximación al tema en Cuba, pues nunca antes habían sido abordados; en consecuencia, se le dará continuación en los próximos reportes, e inclusive, se trabajará por mejorarlos. Cuba contribuye así a extender las buenas prácticas en la preparación de inventarios de GEI, al alentarse por la CMNUCC que los países determinen y utilicen sus propios factores de emisión (FE) en sus comunicaciones nacionales.

Por otra parte, en el presente inventario de GEI se introdujeron un grupo de mejoras que incrementan la calidad y exhaustividad de los resultados. Por su importancia, pueden destacarse las siguientes:

- Implementación extendida de las Guías de Buenas Prácticas y Gestión de Incertidumbres del IPCC (IPCC, 2000);
- Utilización de elementos de las Guías de Buenas Prácticas en Uso, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003) y las Guías del IPCC del 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero (IPCC, 2006). Utilización de factores de emisión actualizados para los gases precursores proporcionados en EMEP/CORINAIR (EEA, 2007);

- Implementación y uso, en todos los años evaluados en el reporte, del nuevo software UNFCCC – NAI tanto para la estimación como para el reporte de las emisiones;
- Utilización de métodos de mejor calidad y desagregación (de Nivel 2) en una buena cantidad de categorías, especialmente en las principales, en sustitución de métodos de Nivel 1 utilizados en reportes previos;
- Captación de más y mejores datos de actividad en un grupo importante de categorías de fuentes y sumideros, lo que permitió mejorar estimaciones previas y realizar estimaciones en algunas categorías no calculadas en reportes precedentes;
- Determinación de parámetros de emisión para las condiciones y circunstancias de Cuba en algunas categorías principales (en sustitución de parámetros por defecto utilizados en reportes previos). Resaltan aquí las determinaciones de dichos parámetros para el metano en la fermentación entérica y la gestión del estiércol, para la mayoría de las especies y tipos de ganado doméstico en Cuba. También, la determinación y uso de algunos parámetros de emisión – remoción, para las remociones y emisiones de CO₂ y otros GEI procedentes de los cambios de biomasa en bosques y los incendios forestales;
- Determinación de las emisiones y remociones de GEI para el año 1992, no evaluado en los reportes previos;
- Determinación, por primera vez, de las emisiones por quema de combustibles en el Sector del Transporte. En los reportes de emisiones previos no se habían podido determinar de forma separada (se reportaban en el sector correspondiente a “Otras”);
- Aplicación del método de descomposición de primer orden en la categoría de desechos sólidos, en la determinación de las emisiones de metano, utilizando el IPCC Waste Model (IPCC, 2006) para todos los años evaluados;
- Realización del recálculo de emisiones y remociones en todas las categorías de fuentes y sumideros (y para todos los años pares del período 1990 – 2002) donde se realizaron cambios metodológicos o cambios en los datos de actividad y parámetros de emisión. Esto garantiza la consistencia de la serie de emisiones de GEI disponible para el país;
- Ejecución del análisis y determinación detallados, para todos los años pares del período 1990 -2002, de las categorías principales (nivel y tendencia), e incertidumbres (por gases, categorías de fuentes y para el inventario en general);
- Consolidación de la aplicación de sistemas de control y aseguramiento de la calidad en la preparación del inventario.

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3. PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se reseñan las acciones desarrolladas por el Gobierno cubano para afrontar las consecuencias del cambio climático; además de presentar una nueva evaluación, ampliada y actualizada, de la vulnerabilidad, el impacto y adaptación en la República de Cuba.

3.1 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático

El enfrentamiento al cambio climático es de gran relevancia para Cuba. En tal sentido, los lineamientos económicos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, documento que establece la estrategia para el desarrollo del país, en su Lineamiento 133 expresa: *“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 protección de los recursos naturales como los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental”* (Partido Comunista de Cuba, 2011).

El *Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático* es la respuesta del Estado cubano a tan importante problema. En este Programa se integran los resultados de investigaciones científicas e ingenieriles; la educación y la capacitación de todos los actores de la sociedad y las acciones para el establecimiento de una estrategia de adaptación al cambio climático, basada en el conocimiento del estado y la evolución del medio ambiente; en el monitoreo ambiental y en la estimación de escenarios de cambio climático a mediano y largo plazos y su impacto en el país. Desde el punto de vista de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, este Programa incluye los aspectos siguientes:

- Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) a escalas de país, regional y local.
- La evaluación del impacto del ascenso del nivel del mar sobre la zona costera, para los años 2050 y 2100.
- La red de monitoreo del estado y la calidad de la zona costera.
- La adaptación incluida en las estrategias de desarrollo, producción de alimentos, manejo integral del agua, ordenamiento de la zona costera e higiene y epidemiología.
- La adaptación en los planes de educación, en sus diferentes niveles de enseñanza.

Por otra parte, un importante grupo de programas nacionales sectoriales, contribuyen a la adaptación al cambio climático, complementando los esfuerzos del país en esta dirección. Los más importantes son:

- Programa Forestal Nacional, con el objetivo de ampliar hasta un 29,4 por ciento la cobertura boscosa del país hacia 2015.

- Programa de Uso Racional y Ahorro del Agua, desde el 2005, con el objetivo de promover nuevas formas y hábitos de consumo de agua, como una vía para reducir su uso indiscriminado y asegurar su protección (www.hidro.cu).
- Programa de Mejoramiento y Conservación de los Suelos, implementado desde el año 2000, con el objetivo de detener la degradación de los suelos y crear las condiciones que permitan una rehabilitación paulatina de los mismos.
- Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, implementado desde el año 2000, con el objetivo de vincular factores, procesos y ecosistemas que se encuentran en la naturaleza en constante interacción, basado en el Manejo Sostenible de Tierras (MST), para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad, sin comprometer el estado de los recursos naturales renovables y su capacidad de recuperación una vez que ha cesado la presión del hombre por extraer sus beneficios (<http://www.educambiente.co.cu>).
- Programa de Lucha contra Vectores Trasmisores de Enfermedades, con el objetivo de mantener estricto monitoreo y control de las distintas especies de vectores que puedan constituir riesgos epidemiológicos, incluyendo las especies exóticas invasoras. Proporciona asesoría y lleva a cabo investigaciones que garantizan soluciones oportunas, e influye en el desarrollo y producción de productos biológicos destinados al control de los vectores (www.infomed.sld.cu).

A los programas anteriormente mencionados se añade la Estrategia Nacional de Gestión y Manejo del Fuego para los bosques de la República de Cuba. Los incendios forestales son una problemática para los bosques, elemento fundamental para la adaptación y mitigación del cambio climático. Constituyen un fenómeno que, incrementa la deforestación de los suelos, la pérdida de la diversidad biológica y de la cobertura vegetal. El comportamiento histórico de los incendios forestales manifiesta una alta variabilidad tanto en su ocurrencia como en las afectaciones y las causas de su surgimiento son multifactoriales.

La época de mayor riesgo para el surgimiento de incendios en área rurales, es entre los meses de febrero a mayo, donde históricamente ocurre el 83% de los incendios de este tipo, con mayor peso en marzo y abril, por lo que se considera como período de alta peligrosidad. El perfeccionamiento del sistema de determinación de las causas que originan el surgimiento de los incendios forestales en los últimos diez años permitió pasar de un 34% de causas sin determinar en el año 2000, a un 6% en la actualidad, las cuales en su mayoría obedecen a acciones humanas, motivadas fundamentalmente por negligencias (90%).

Con el mismo propósito, se están desarrollando un conjunto de proyectos en la esfera medioambiental, con financiamiento internacional:

- Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL); (COSUDE, PNUD, Unión Europea): tiene como objetivo general, apoyar la adaptación al cambio climático, contribuyendo al desarrollo socioeconómico continuado y sostenible de la República de Cuba. Su resultado principal previsto es reducir las vulnerabilidades relacionadas con el cambio climático

en el sector agrícola a nivel local y nacional. BASAL apoyará prioritariamente a tres municipios: Los Palacios (provincia de Pinar del Río), Güira de Melena (provincia de Artemisa) y Jimaguayú (provincia de Camagüey).

- Ecosistema Sabana Camagüey (FMAM, PNUD): constituye la tercera etapa de esta iniciativa y tiene como objetivo promover cambios operacionales dentro de los sectores del turismo, la pesca, agropecuario y forestal para garantizar que los mismos se desarrollen, teniendo en cuenta los principios de conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de los recursos naturales y productivos del Ecosistema.
- Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba (FMAM, PNUD): contribuye a la conservación de biodiversidad marina en Cuba, incluyendo recursos pesqueros de gran importancia regional, a través de crear capacidades para la aplicación de un enfoque regional al manejo de áreas marinas y costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba como parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).
- Manejo Sostenible de Tierras (FMAM, PNUD, FAO, PNUMA): con el objetivo de maximizar la eficacia y la eficiencia de las iniciativas sobre manejo sostenible de la tierra en Cuba, a través de un programa de gran escala, que permita el monitoreo, manejo adaptativo y la evaluación.
- Prevención, Gestión y Control de Especies Exóticas (FMAM, PNUD): con el objetivo general de proteger los ecosistemas vulnerables, tanto marinos como de agua dulce y terrestres, las especies y la diversidad genética, de los impactos negativos de las especies exóticas invasoras.
- Conservación de Ecosistemas Montañosos Amenazados (FMAM, PNUD): conservar la biodiversidad con un enfoque innovador, a escala paisajística, mediante la conectividad de fragmentos de ecosistemas montañosos amenazados, siguiendo un gradiente altitudinal, es decir, desde la cima hasta la costa, donde se integren intereses económicos y conservacionistas, de manera armónica y compatible, en función de mitigar la pérdida de biodiversidad y aumentar su capacidad de generar bienes y servicios medioambientales para mejorar el bienestar social de los pobladores de las montañas. Las áreas de intervención serán los macizos montañosos, principales refugios de la diversidad biológica de Cuba y considerados Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible (REDS).

Lo anterior ha permitido establecer un grupo de directivas gubernamentales, relacionadas con el enfrentamiento al cambio climático, como son:

- Incluir en el ciclo de planificación, tanto en los planes anuales como en las proyecciones económicas del gobierno a todos los niveles, las medidas de enfrentamiento al cambio climático, priorizando la zona costera y, en especial, aquellas altamente vulnerables para las personas y el patrimonio natural y construido.
- Incluir en los planes y proyecciones las medidas encaminadas a disminuir la vulnerabilidad costera para los asentamientos amenazados por el aumento del nivel del mar y la sobre elevación de este por los huracanes y el oleaje.

- Considerar en los planes y proyecciones las playas arenosas de interés turístico, recreativo, o de protección costera, tanto actuales como perspectivas, las acciones de rehabilitación y mantenimiento.
- Incluir en los planes de desarrollo la recuperación, a mediano y largo plazos, de las áreas de manglares más afectadas del archipiélago cubano.
- Incluir en los planes y proyecciones las medidas para detener el deterioro de las crestas de arrecifes de coral más afectadas por la acción del hombre en el archipiélago cubano.
- Actualizar la legislación vigente sobre el medio ambiente, adecuándola a la política y pensamiento cubano sobre el cambio climático.
- Incorporar las tareas del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático a nivel sectorial y territorial a la Estrategia Ambiental Nacional vigente.

Como resultado de este conjunto de acciones, el país ha ido implementando un grupo de medidas de adaptación en la gestión de los recursos naturales que se describen a continuación.

Suelos: Preparación de los suelos conforme a criterios ambientalmente adecuados, empleo de técnicas que eviten o disminuyan el desarrollo de procesos degradantes, cambios en los modelos de labranza y cultivo y ordenamiento de los suelos por su fertilidad, agroproductividad y disponibilidad de agua.

Recursos hídricos: Ahorro de agua y su reutilización en las principales actividades productivas y de servicios, medidas para la protección de la calidad del agua, perfeccionamiento de los sistemas de alerta temprana a la sequía y a las inundaciones, así como reevaluación de los diseños y las normas técnicas constructivas para las nuevas obras hidráulicas, buscando mayor eficiencia.

Atmósfera: Uso de tecnologías no contaminantes.

Diversidad biológica: Identificación de los ecosistemas más vulnerables y de las áreas protegidas, así como el establecimiento de prioridades de conservación y protección de especies a nivel local, de valor económico, ambiental y social, expuesta a los impactos del cambio climático. Rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados por los efectos antropogénicos y del cambio climático.

Bosques: Especialización de la reforestación para los diferentes ecosistemas, que incluya las variedades adaptables a los mismos y logro de un adecuado ordenamiento forestal, incrementando los índices de supervivencia y de logro de plantaciones. Moratoria permanente a la explotación del mangle.

Agricultura: Manejo sostenible de tierras, uso de buenas prácticas agrícolas. Ordenamiento de las áreas agrícolas, atendiendo a la regionalización de los cultivos, a la agroproductividad de los suelos y la disponibilidad de agua en los que las actividades agropecuarias locales se correspondan con las condiciones económicas y ecológicas del área. Obtención, a través de la investigación científica, de variedades resistentes a condiciones climáticas extremas. Sistemas de riego más eficientes. Manejar de modo preventivo las plagas y enfermedades,

con una atención especial en la introducción de nuevos controles biológicos dado por la pérdida de la efectividad de los diferentes organismos, fundamentalmente a la elevación de la temperatura.

Turismo y uso de las playas: Protección y rescate de la vegetación autóctona adaptada a las condiciones de sequedad, salinidad y cobertura edáfica y, por tanto, una vegetación menos vulnerable. Proteger la zona de manglar. Preservar el complejo de vegetación de costa arenosa. Manejo integrado costero. Desarrollo de una arquitectura en armonía con el medio ambiente.

3.2 Vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático

En la Segunda Comunicación Nacional (SCN) se evaluaron nueve áreas: (a) Variaciones y cambios del clima, (b) Escenarios climáticos para 2050 y 2100, (c) Recursos hídricos, (d) Zonas costeras y recursos marinos, (e) Diversidad biológica, (f) Bosques, (g) Agricultura, (h) Asentamientos humanos y usos de la tierra e (i) Salud humana. Además, se desarrolló un estudio de caso relacionado con el análisis integrado del impacto del cambio climático y las medidas de adaptación, en un sector seleccionado en el sur de la región occidental. Estas evaluaciones fueron realizadas por un equipo de trabajo, integrado por expertos de las instituciones responsables de estas actividades en el país y los resultados obtenidos fueron refrendados, técnica y científicamente, por los mecanismos que para tal efecto existen en cada institución.

Desde el punto de vista metodológico, los estudios de vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático realizados en Cuba se guían por una metodología bien establecida, que resumidamente puede expresarse en los siguientes pasos:

- Determinación de la vulnerabilidad física, social y económica, basada en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR);
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en el clima, lo cual se fundamenta en las redes de observación de las variables del ciclo hidrológico y la caracterización de una línea base climática de referencia; en el caso de Cuba, comprende los períodos 1961-1990 y 1961-2010;
- Estimación del clima del futuro, incluyendo la valoración de las incertidumbres de los escenarios de emisión de GEI del IPCC, utilizando modelos climáticos globales y regionales y otras técnicas, como la de *reducción de escala (en inglés downscaling)*, que permiten modelar el clima a una escala espacial más detallada.
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, para las líneas base de referencia.
- Estimación y descripción de las variaciones y los cambios que pudieran ocurrir en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, bajo cada escenario de cambio climático previsto.

- Elaboración de propuestas de medidas de adaptación en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, en respuesta al impacto que tendría el cambio climático en su funcionamiento.

3.3 Variaciones y Cambios del Clima en Cuba

En el marco de la SCN se realizó la Segunda Evaluación de las Variaciones y Cambios del Clima en Cuba (Pérez et al, 2011). Este es un estudio, continuación de la primera evaluación (Centella et al, 1997), que analizó detalladamente el comportamiento de elementos del clima: la circulación atmosférica regional y los factores que la modifican (ENOS/Oscilación del Sur; temperatura superficial del mar en el Océano Atlántico Norte y frentes fríos); la temperatura superficial del aire; la precipitación; los procesos de sequía y fenómenos meteorológicos particulares (huracanes, tormentas locales severas e inundaciones costeras).

Los resultados alcanzados permiten expresar que el clima del país ha alcanzado un estado similar al evaluado por el IPCC para un efecto invernadero intensificado en la atmósfera terrestre: incremento de la temperatura superficial del aire; reducción del rango diurno de la temperatura; mayor frecuencia de sequías largas y severas, especialmente en verano; y el aumento de los totales de lluvia asociados a eventos de grandes precipitaciones en invierno. Esta caracterización se sustenta en las conclusiones siguientes:

Se opina con seguridad que:

Se ha observado un incremento en la temperatura superficial del aire (0.9°C) desde mediados del pasado siglo. No obstante dicho incremento, y que las últimas dos décadas han sido las más cálidas de los registros, se ha producido un ligero descenso de la temperatura superficial desde comienzos de los años 90, lo que se considera una estabilización alrededor de un valor medio muy alto.

El incremento antes descrito está condicionado por el aumento de la temperatura mínima promedio, en 1.9°C. (Figuras 3.1 y 3.2), por lo que se ha producido una disminución en el rango diurno de la temperatura superficial.

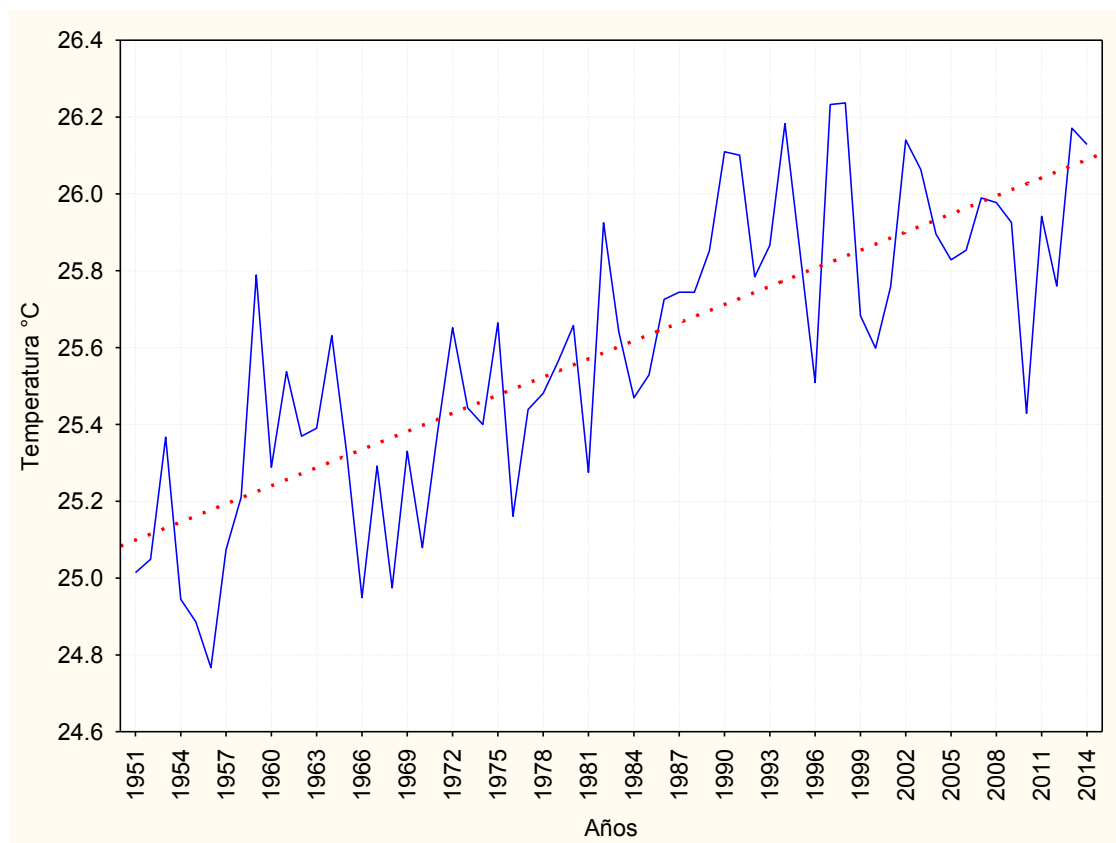


Figura 3.1 Temperatura media anual en Cuba y su tendencia.

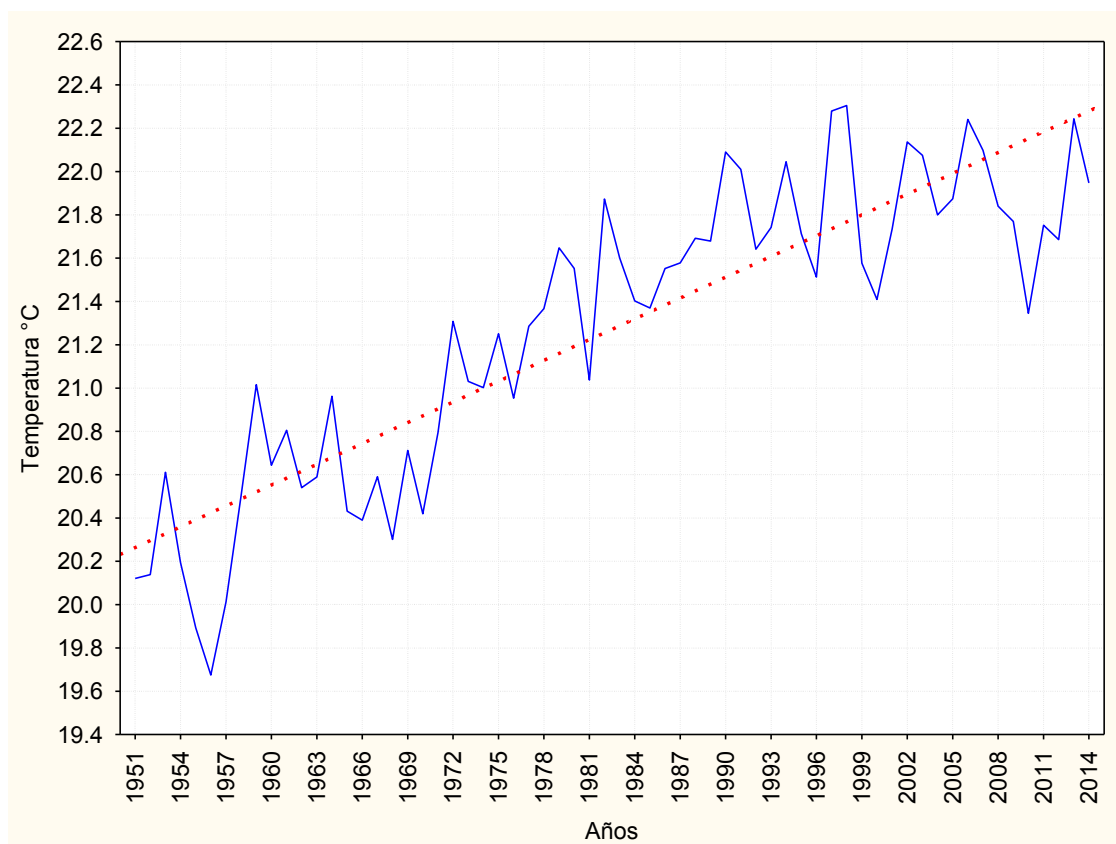


Figura 3.2 Temperatura mínima en Cuba y su tendencia.

Es poco probable que el calentamiento observado (principalmente después de los años 70 del pasado siglo) se pueda atribuir, en una medida importante, a los efectos de la urbanización. Además, el incremento registrado en la temperatura de la superficie del mar y el calentamiento de la capa baja de la troposfera, son aspectos que se relacionan con el calentamiento reciente y que se observan en una escala espacial mucho mayor.

Los totales anuales de precipitación no muestran una tendencia significativa estadísticamente, pero revelan que desde finales de la década de los años 70, se ha producido un predominio de las anomalías positivas (Figura 3.3). Este comportamiento está condicionado por la tendencia al incremento de los acumulados en el período poco lluvioso del año (Figura 3.4).

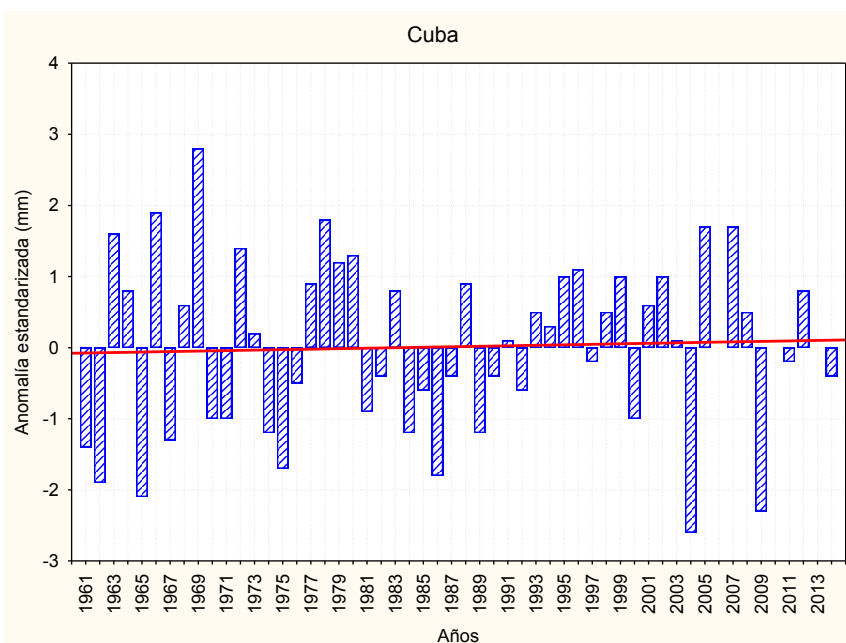


Figura 3.3 Anomalías estandarizadas de los totales anuales de lluvia en Cuba respecto al período 1971-2000.

Coherentemente con las tendencias descritas, la frecuencia de las sequías débiles, moderadas y severas revelaron una ligera reducción en el período 1981-2010 respecto al período 1951-1980 a pesar de existir años con importantes déficit en el segundo trienio como el ocurrido desde el 2003-2005 y entre el 2009-2010. En el período poco lluvioso del año, la frecuencia de sequías débil, moderada y severa se redujo en el orden del 21 % mientras que en el período lluvioso las sequías moderadas y severas se redujeron entre el 19 % y 27 %, respectivamente.

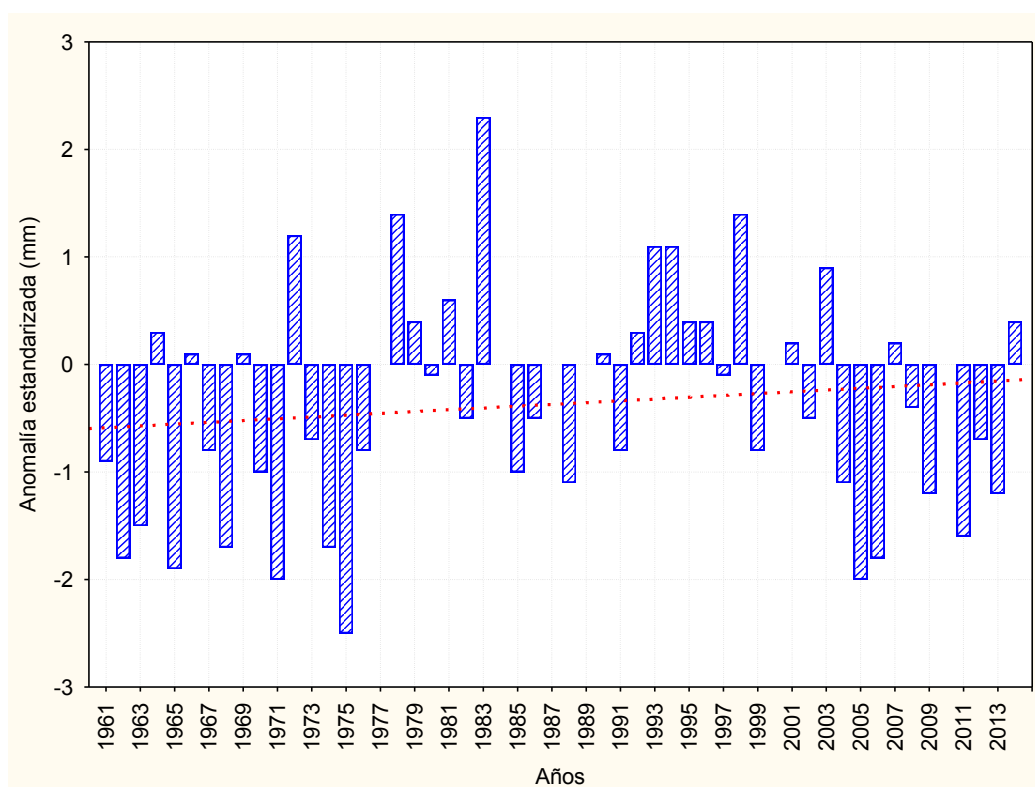


Figura 3.4 Anomalías estandarizadas de los totales de lluvia del período poco lluvioso en Cuba y valor de la mediana (línea roja) referido al período 1971-2000.

Desde 1996 se inició un nuevo período muy activo de la actividad de huracanes sobre Cuba, principalmente desde el año 2001, de tal forma que, entre el 2001 y el 2008, el país ha sido afectado por nueve huracanes. Sin embargo, si bien existe una ligera tendencia creciente a largo plazo en la frecuencia de huracanes sobre Cuba (1791 - 2008), esta no es estadísticamente significativa.

Es de suma importancia la ocurrencia de siete huracanes intensos desde 2001, cifra que no se había registrado en década alguna desde 1791 hasta el presente. Tal récord se asocia al incremento observado en toda la cuenca del Océano Atlántico, incluyendo el Mar Caribe, y puede estar condicionado, ante todo, por los muy altos valores de la temperatura del mar en el Caribe registrados desde 1998. Sin embargo, no se encontró la existencia de una tendencia creciente, estadísticamente significativa, de dicha actividad a lo largo de la serie de más de 200 años. No deja por ello de ser sumamente importante dicho comportamiento, ya que constituye una de las más peligrosas variaciones observadas en el clima de Cuba en los años recientes.

Durante las últimas tres décadas se ha observado un incremento en la ocurrencia de inundaciones moderadas y fuertes para las costas de Cuba, independientemente de los eventos meteorológicos que las generan, aunque para los ciclones tropicales la tendencia es menos pronunciada. (Figuras 3.5 y 3.6).

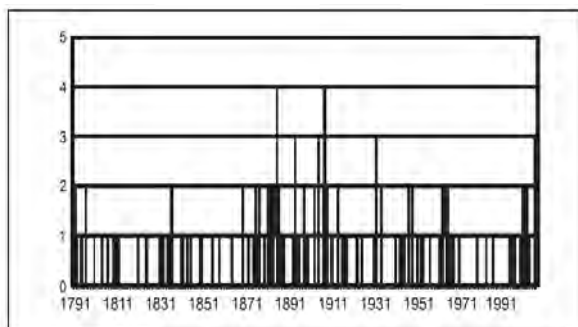


Figura 3.5 Número anual de huracanes que han afectado a Cuba (1791-2008).

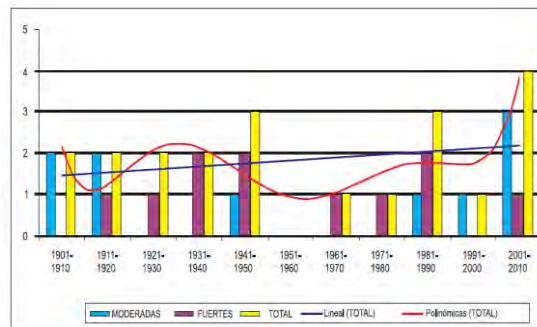


Figura 3.6 Inundaciones moderadas y fuertes provocadas por huracanes.

Se ha producido un incremento de la influencia anticiclónica sobre el área, lo que implica a su vez el gradual predominio de las corrientes zonales del este y movimientos verticales descendentes.

Es probable que:

Existe una estrecha vinculación entre las variaciones de la dorsal anticiclónica, las variaciones observadas en los patrones de teleconexión del Pacífico-Norteamérica (PNA), la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y Atlántico Este (EA) con las fluctuaciones observadas en las temperaturas y las precipitaciones. De hecho, los incrementos en la frecuencia e intensidad de las sequías parecen vincularse con esos procesos.

La mayor frecuencia de los eventos de sequía y de los huracanes que afectan al país ha contribuido a hacer más extremo el clima. Este aspecto de las variaciones observadas es uno de los más importantes a tener en cuenta en materia de adaptación a la variabilidad del clima y el cambio climático en Cuba.

El incremento de la actividad ciclónica sobre Cuba haya implicado un aumento de los eventos de las grandes precipitaciones.

Existen otros aspectos sobre los que aún hay incertidumbres y que requieren de un mayor grado de estudio, entre ellos:

- La relación existente entre el incremento de la temperatura superficial del mar en el Caribe, los patrones de la circulación atmosférica y las variaciones observadas en la temperatura y la precipitación en Cuba, principalmente en lo referente a los eventos de grandes precipitaciones y las sequías.
- Los nexos entre los eventos severos, incluyendo ciclones tropicales, y el incremento de las temperaturas sobre Cuba.

3.4 Proyecciones del clima para los años 2050 y 2100

Se realizaron proyecciones de clima del futuro, basadas en distintos modelos climáticos, con el auxilio de PRECIS (Centella et al, 2008) para el área que se muestra en la Figura 3.7. Los resultados fueron consistentes con las tendencias y

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

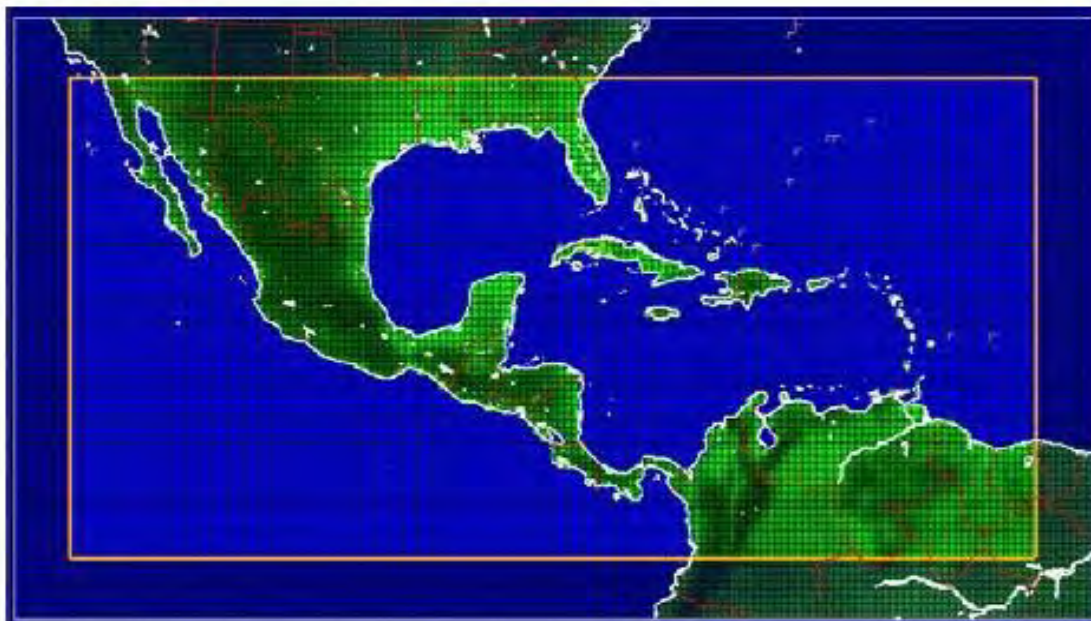


Figura 3.7 Dominio de PRECIS fijado para la realización de los experimentos.

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).

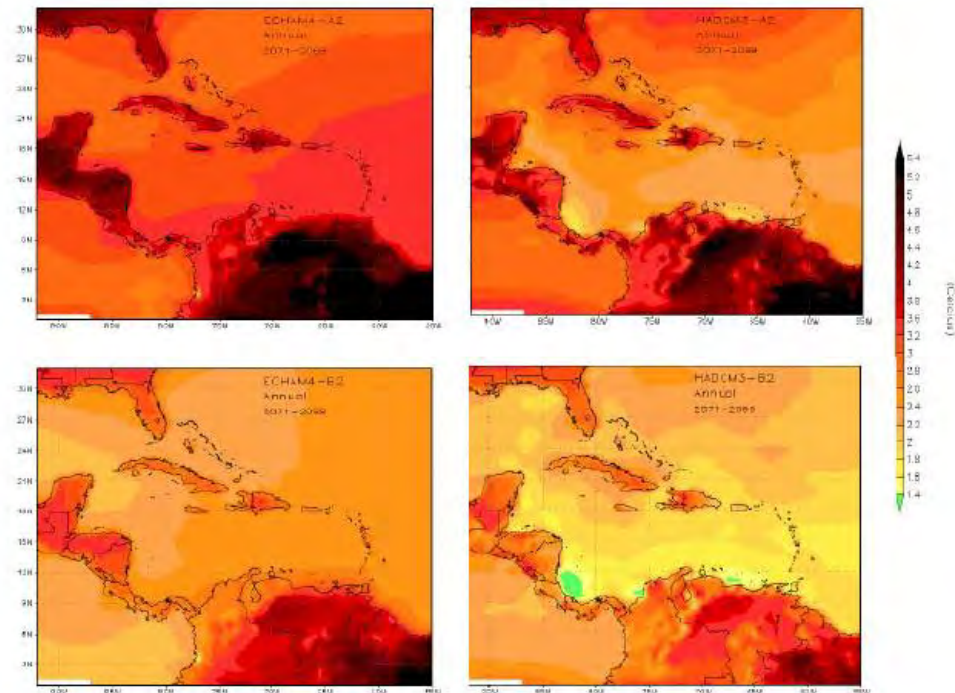


Figura 3.8 Patrones de cambio de la temperatura media anual para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2R se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha.

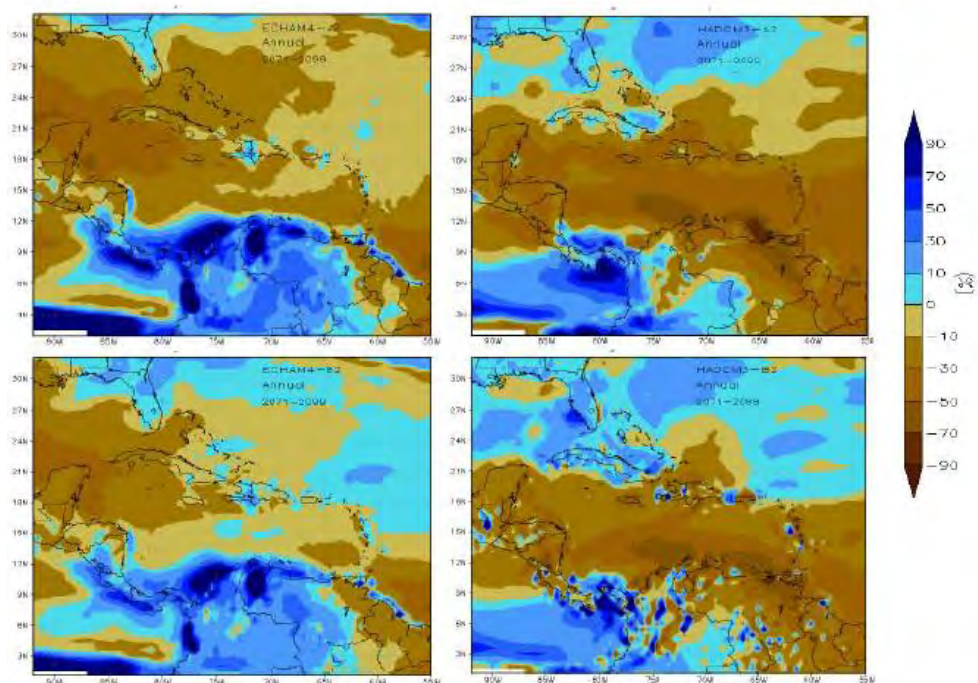


Figura 3.9 Patrones de cambio de la precipitación anual (%) para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2 se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha.

3.5 Impactos del Cambio Climático

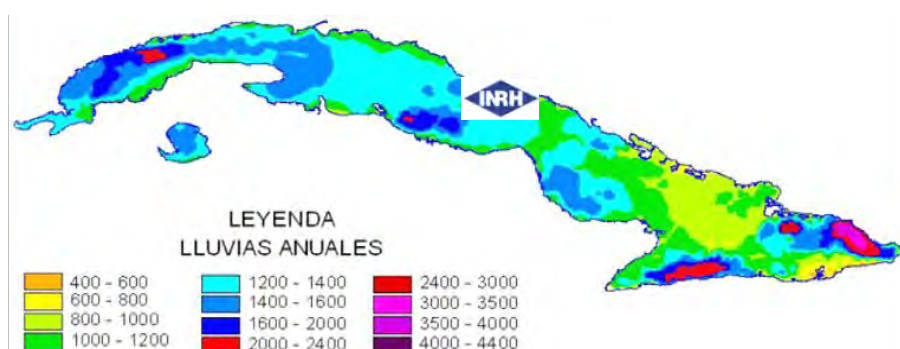
3.5.1 Recursos hídricos

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 |

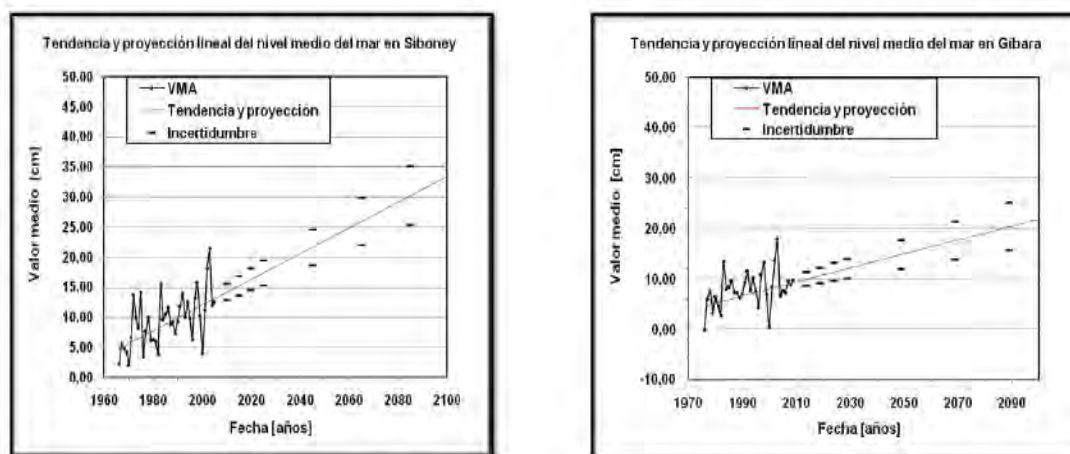
Pa y Ph son respectivamente las lámina de precipitación anual y del período húmedo (mm) calculadas por el método de las isoyetas (datos de la Red Básica Nacional); ETP, lámina de evapotranspiración real (mm), obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981); E, lámina de evaporación potencial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

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 reuso de las aguas residuales tratadas. • Elevar el reuso 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 riego 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. |
| <p>Salud humana:</p> | |
| <p>Medidas generales</p> | <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

CAPÍTULO 4. PROGRAMAS QUE COMPRENEN 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

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).

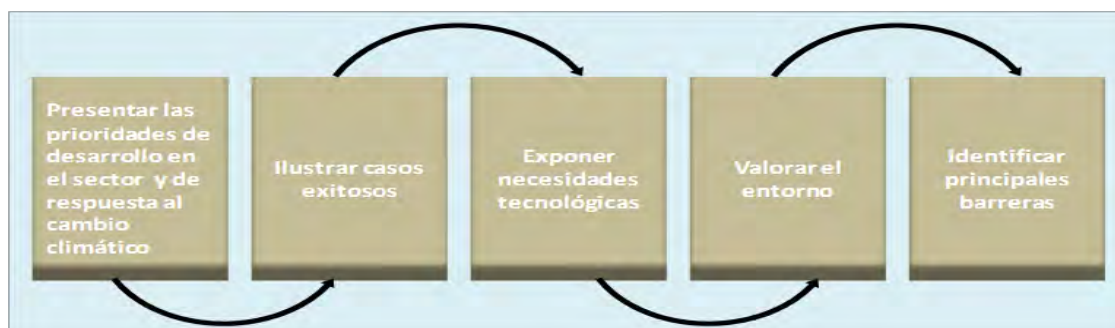


Figura 5.1 Componentes principales de la guía metodológica para la evaluación de la capacidad para la transferencia de tecnología.

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).

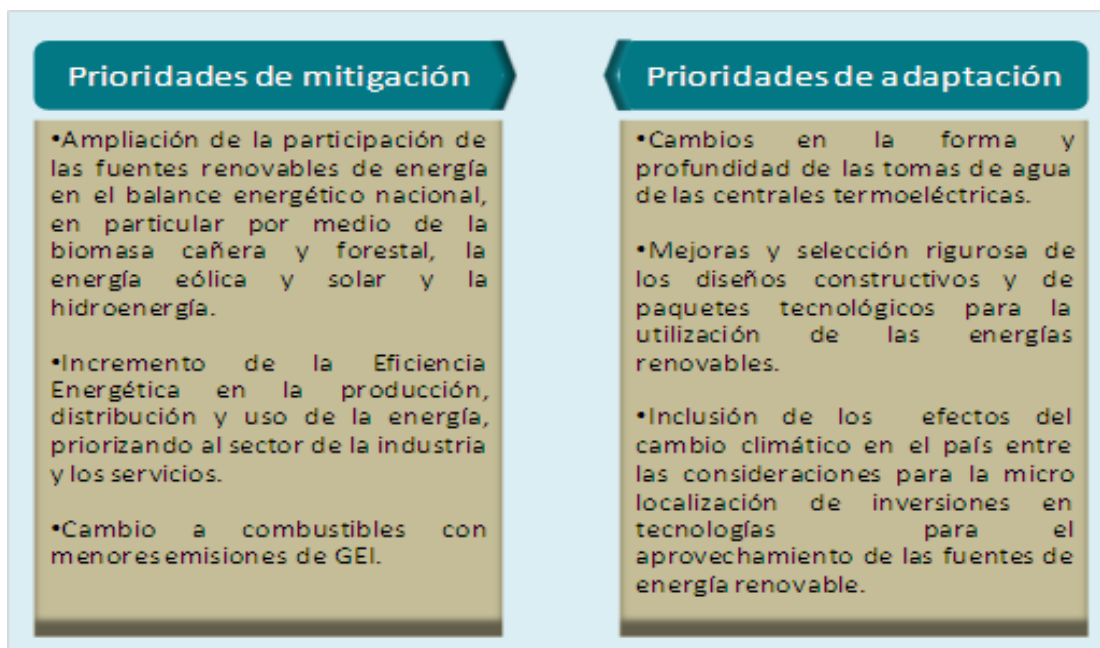


Figura 5.2 Prioridades para el sector energético referido a la mitigación y adaptación al cambio climático.

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; •Elevar 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.

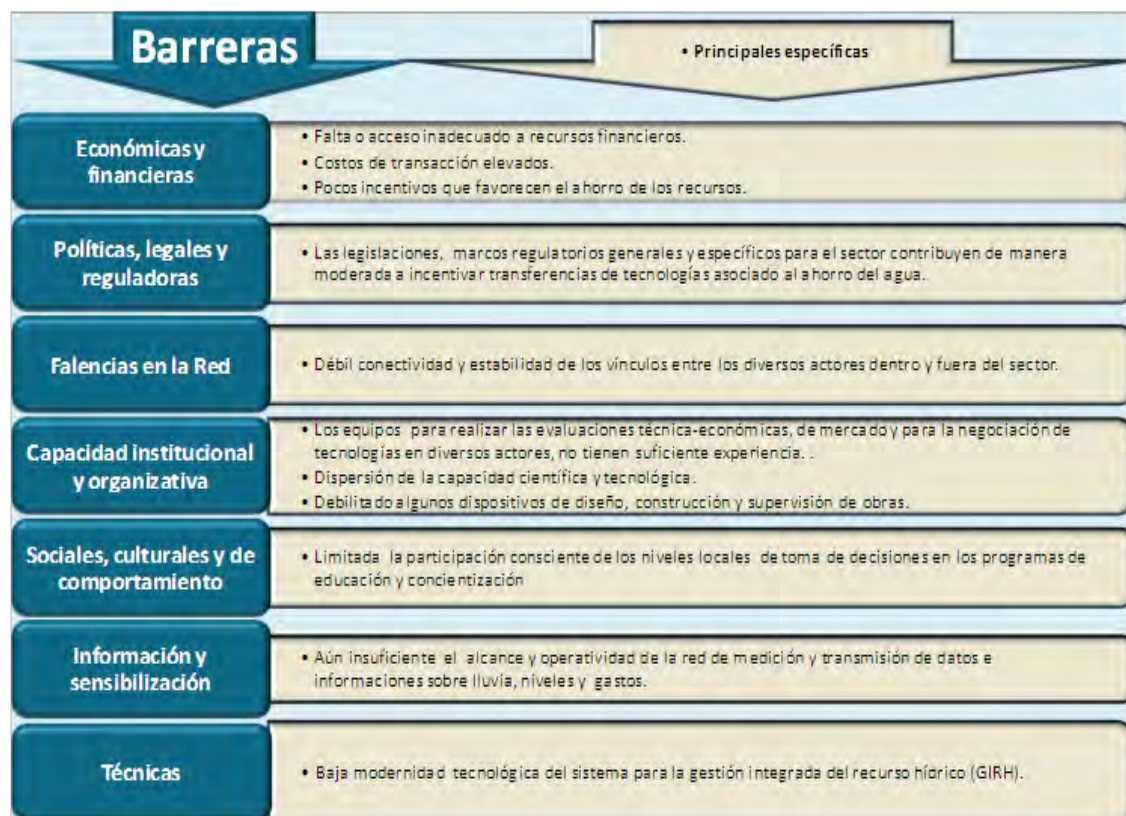


Figura 5.5 Principales barreras para el sector hídrico.

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).

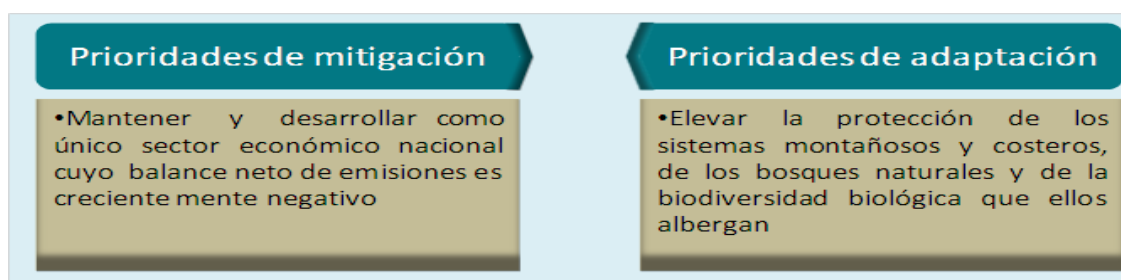


Figura 5.6 Prioridades para el sector forestal referido a la mitigación y adaptación al cambio climático.

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.

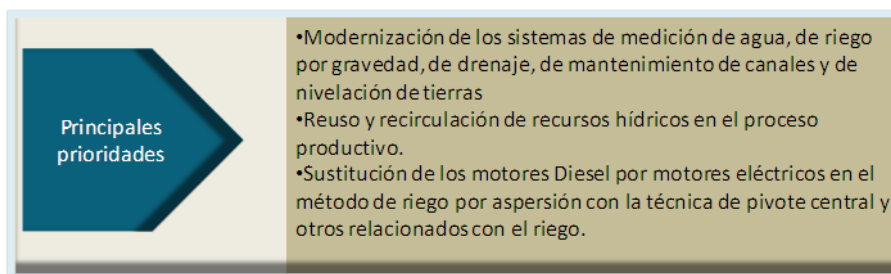


Figura 5.8 Prioridades para el sector agrícola (riego y drenaje) referidas a la mitigación y adaptación al cambio climático.

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).

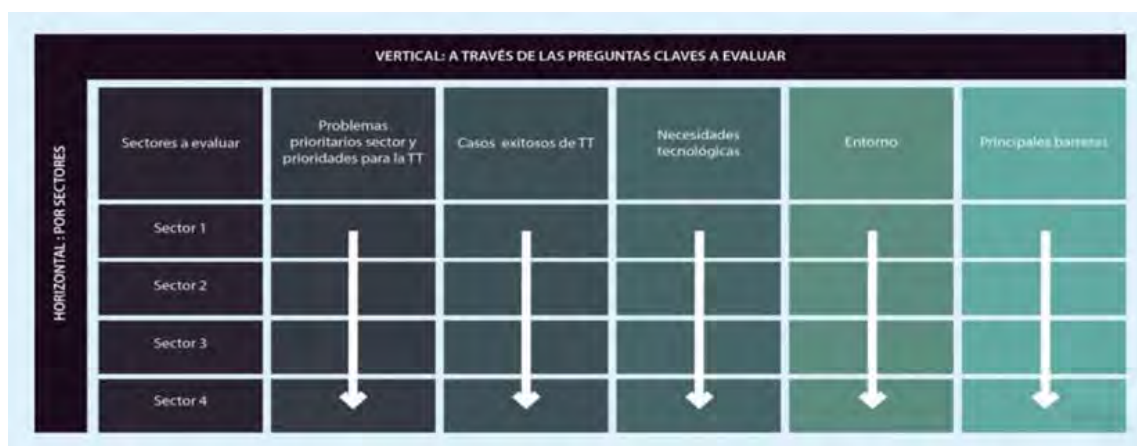


Figura 5.10 Interconexión de los análisis por preguntas claves y por sectores.

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).

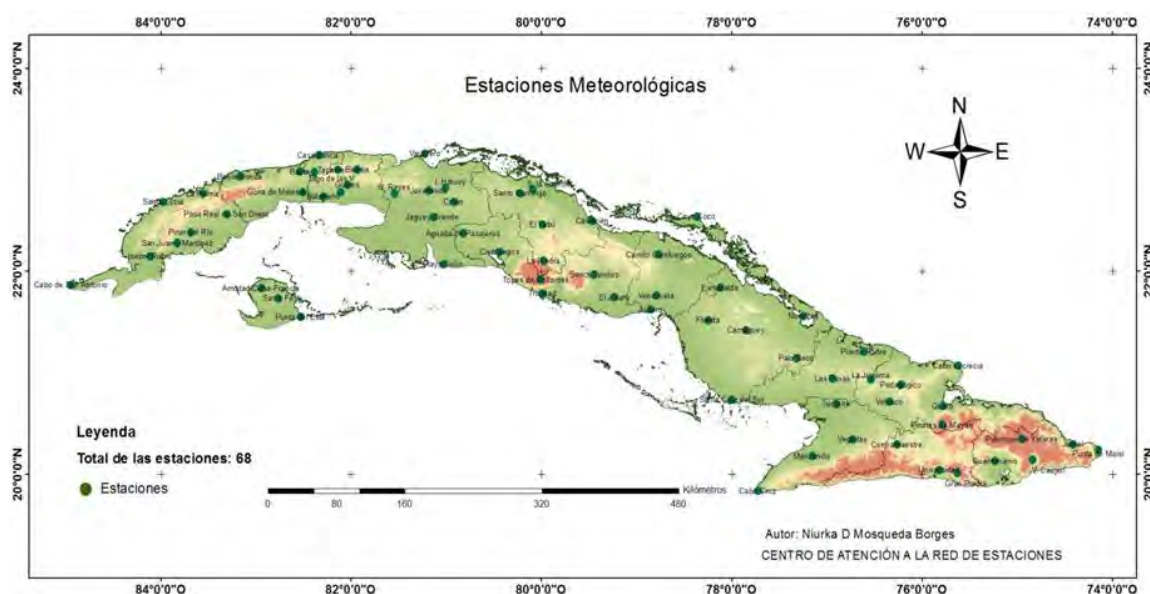


Figura 5.11 Red de estaciones meteorológicas del INSMET.

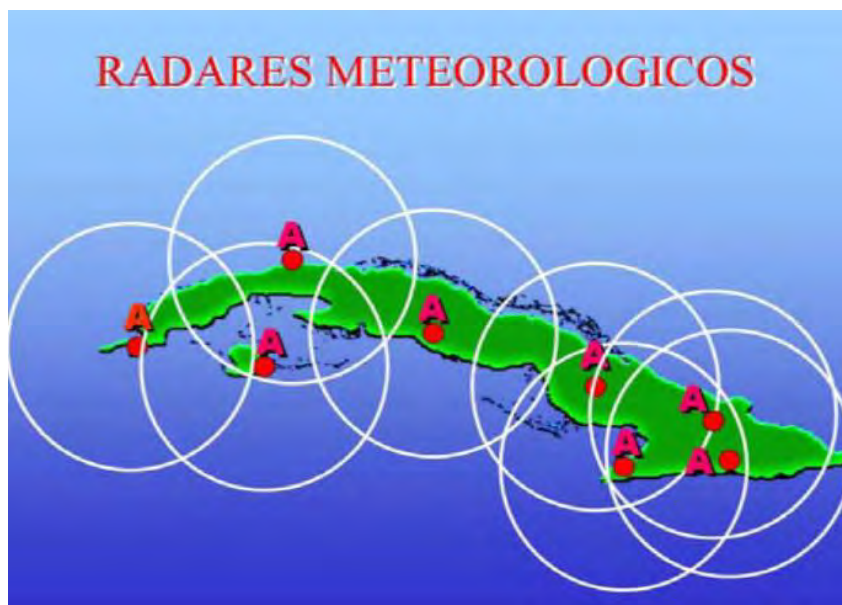


Figura 5.12 Red de radares meteorológicos del INSMET.

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.

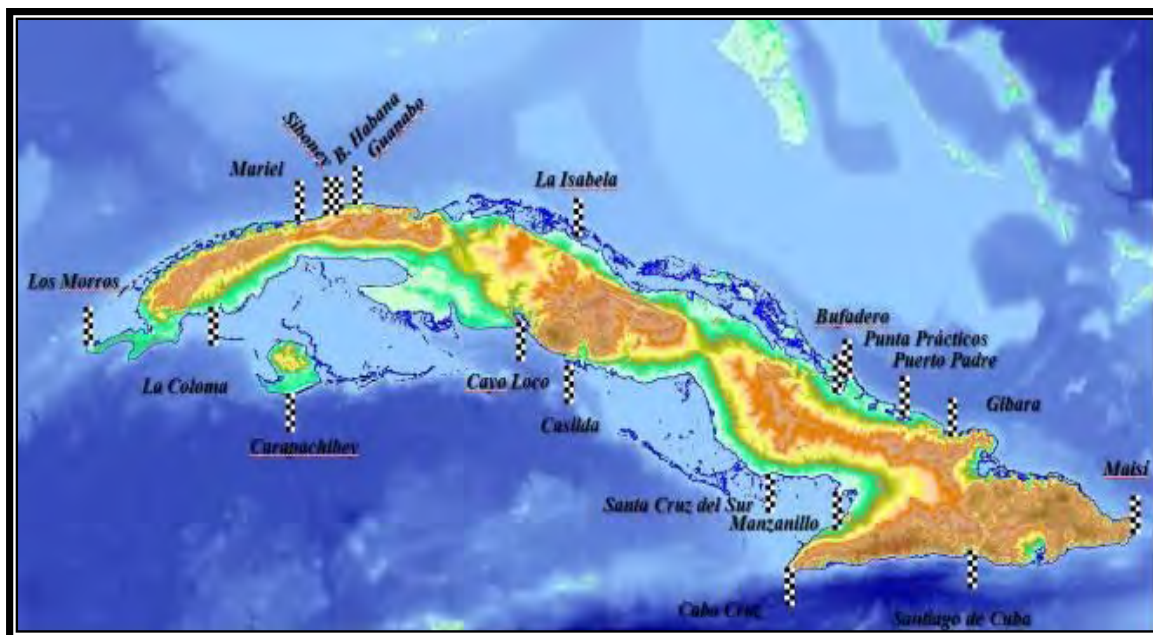


Figura 5.14 Red Mareográfica Nacional.

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).

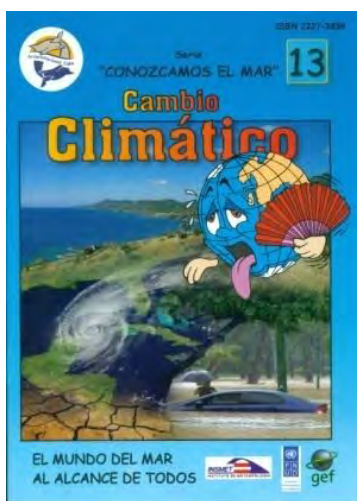


Figura 5.16 Serie “Conozcamos el mar” (número 13).

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.

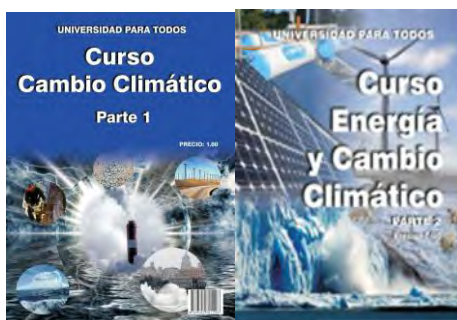


Figura 5.18 Tabloides de los cursos sobre cambio climático.

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).

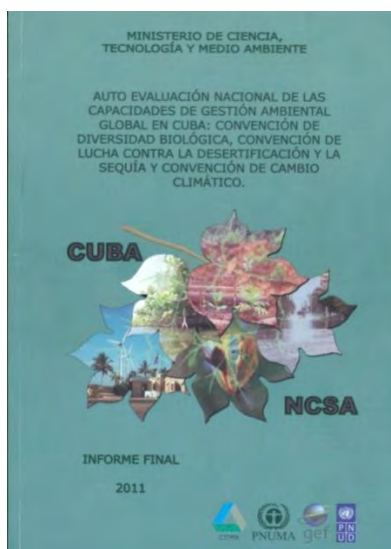


Figura 5.19 Informe Final Autoevaluación de las Capacidades de Gestión Ambiental Global en Cuba.

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

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.

ANEXOS

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 (II Granos), 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 |