



MARN Ministerio de Medio Ambiente y
Recursos Naturales

Una gestión energética, articulada, inclusiva, responsable y transparente

2^{a.}

Comunicación Nacional sobre Cambio Climático



Gobierno de El Salvador, América Central

Gobierno de El Salvador, América Central



Para mayor información:

Telf. +503 2132 9418

www.marn.gob.sv

para comentarios: medioambiente@marn.gob.sv

Septiembre 2013



2^{a.} Comunicación Nacional sobre Cambio Climático



Al servicio
de las personas
y las naciones

Gobierno de El Salvador, América Central

Contenido

Créditos	4
Siglas y Acrónimos	6
Executive Sumary	10
Resumen Ejecutivo	18
Introducción	26
Capítulo I. Circunstancias Nacionales	28
1.1 Evolución de la variabilidad climática	28
1.1.1. Nuevos récords de lluvias intensas	29
1.1.2 Evolución de los eventos hidrometeorológicos extremos	31
1.1.4 Impactos y costos asociados a la variabilidad climática	34
1.2. Las circunstancias económicas	35
1.2.1 El modelo agroexportador	35
1.2.2 Industrialización por sustitución de importaciones	37
1.2.3 Los años recientes	37
1.3. Las circunstancias socio-ambientales: población y territorio	38
1.4. Condiciones de vulnerabilidad	41
1.5 Implicaciones para la política pública	42
Capítulo II. Escenarios Climáticos y Vulnerabilidad	44
2.1. Eventos extremos y su atribución al cambio climático	44
2.3. Escenarios de cambio climático para El Salvador	47
2.4 Aumento del nivel del mar y sus impactos	53
2.6. Potenciales impactos del cambio climático en la agricultura	55
Capítulo III. Inventario de Gases de Efecto Invernadero	58
3.1. Metodología del INGEI	58
3.2. Resumen del inventario nacional	60
3.3. Emisiones GEI por categoría	63
3.2.1. Energía	63
3.2.2. Procesos industriales	66
3.2.3. Agricultura	67
3.2.4. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	69
3.2.4. Desechos	71
3.2.5. Comparación de inventarios de gases de efecto invernadero	72
Capítulo IV. Medidas de Cumplimiento de la Convención	76
4.1. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero	76
4.2. Mitigación del cambio climático y adaptación antes de 2009	77

4.2.1. Búsqueda de opciones de mitigación para acceder al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)	77
4.2.2. Propuestas de adaptación para el sector de granos básicos enfocadas en la seguridad alimentaria	79
4.2.3. Estudios sobre vulnerabilidad y adaptación	79
4.3 Adaptación al cambio climático y mitigación después de 2009	79
4.3.1. Fortalecimiento de capacidades para la observación sistemática del clima	80
4.3.2. Política Nacional del Medio Ambiente 2012	81
4.3.3 Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes: iniciativa bandera para la adaptación	82
4.3.4. REDD+ para El Salvador: primera propuesta a nivel mundial basada en un enfoque de “mitigación basada en la adaptación”	84
4.3.5. Estrategias y planes sectoriales de cambio climático: agricultura, infraestructura y educación	87
4.3.6. Nuevos arreglos institucionales para la coordinación gubernamental en materia de cambio climático	88
4.3.7. Reformas legislativas que promueven la incorporación del cambio climático en el sistema educativo y las políticas públicas	89
4.3.8. Identificación de tecnologías prioritarias para la adaptación al cambio climático y su mitigación	90
4.3.9. Mitigación en el sector energético	91

Capítulo V. Enfrentado el Desafío del Cambio Climático en El Salvador 96

5.1 Estructura de la Estrategia Nacional de Cambio Climático	96
5.2 Pilares de la Estrategia	97
5.2.1 Mecanismos para enfrentar pérdidas y daños por el cambio climático	97
5.2.2 Adaptación al Cambio Climático	98
5.2.3 Mitigación del cambio climático con co-beneficios	101
5.3 Temas críticos	103
5.3.1 Sensibilización	103
5.3.2 Educación y formación	103
5.3.3 Investigación	105
5.3.4 Tecnología	106
5.3.5 Financiamiento	106
5.4 Requerimientos Institucionales	107
5.4.1 Coordinación interinstitucional	108
5.4.2 Fortalecimiento institucional	108
5.4.3 Gobernanza local y modelos de gestión	109
5.4.4 Monitoreo, reporte y verificación	110
5.4.5 Legislación, normativas y regulación	111

Bibliografía 112

Anexos 116

Créditos

“El Proyecto Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático de El Salvador” ha sido liderado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), punto focal ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. A continuación se listan las instituciones y personas que contribuyeron con información y experiencia en el desarrollo de la Comunicación.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Autoridades Nacionales:

Herman Rosa Chávez, Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Lina Dolores Pohl, Viceministra de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dirección e implementación del proyecto

Sonia Baires, Directora General de Cambio Climático y Asuntos Estratégicos
Antonio Cañas, Asesor del Despacho Ministerial

Equipo de apoyo

Deborah Barry, Nelson Saz, Deisy López, Silvia de Larios, Guillermo Navarrete, José Francisco Rodríguez, Doris Calderón, Carlos Pérez, Maite Mata, Emilio Márquez, Elizabeth Amaya, Ricardo Santamaría, Ernesto Durán, Ana Domitila Perdomo, Ivonne Jaimes, Enrique Barraza, Hernán Romero, Cecilia Carranza, René Ramos y Salvador Nieto.

Colaboradores institucionales:

Manuel Sosa y Julio Olano, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
Mario Rodríguez, Consejo Nacional de Energía (CNE).
Carmen Argüello, Ministerio de Relaciones Exteriores (MRREE).
Yuri Rodríguez, Ministerio de Obras Públicas (MOP).
Sonia Elsy Merino y María Luisa Benítez, Ministerio de Educación (MINED).
Vivian Saade y Evelyn de Somoza, Ministerio de Salud (MINSAL).

Elaboración del Capítulo II sobre Escenarios climáticos y vulnerabilidad

Julie Lennox, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Elaboración del Capítulo III sobre Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero:

Ismael Antonio Sánchez, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA)

Colaboradores

Energía: Doris Calderón y Herbert Schneider.

Desechos y procesos industriales: Francisco Armando Chávez, Marta Escoto de Tejada.

Agricultura: Francisco Antonio García Rivera y Ricardo Calles

Uso de la tierra, Cambio de Uso de la tierra y Silvicultura (UTCUTS): Edwin Alpízar, Wilfredo Fuentes y Xinia Soto Solano.

Integración del documento

Fundación PRISMA: Susan Kandel, Nelson Cuellar, Melibea Gallo, Eduardo Rodríguez, Fausto Luna, Oscar Díaz, Rafael Cartagena y Elías Escobar.

Financiamiento:

El Proyecto de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (2CNCC) fue financiado a través del Global Environment Facility (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) – (GEF) a través de la agencia implementadora del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), El Salvador.

NOTA: los conceptos y comentarios contenidos en la presente publicación reflejan los puntos de vista de sus autores, y no necesariamente de las agencias que han aportado fondos para su publicación.



Daños por deslizamientos producido por Baja Presión E96/ Ida, noviembre 2009

Siglas y Acrónimos

ICN-CC	Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático
2CN-CC	Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático
ADESCO	Asociación de Desarrollo Comunal
AFOLU	Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (Agriculture, Forestry and Other Land Use)
AMSS	Área Metropolitana de San Salvador
BANDESAL:	Banco de Desarrollo de El Salvador
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
CENTA	Centro Nacional de Tecnología apropiada y Forestal
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIFCC	Comité Interinstitucional de Financiamiento para el Cambio Climático
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CRRH	Comité Regional de Recursos Hídricos
CaCO₃	Carbonato de calcio
CaCO₃.MgCO₃	Dolomita
CaO	Óxido de calcio o Cal Viva
CaO.MgO	Cal viva dolomítica
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CBM	Corredor Biológico Mesoamericano
CEPA	Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
CESSA	Cemento de El Salvador, S.A.
CH₄	Metano
CKD	Polvo de horno de cemento (<i>Cement Kiln Dust</i>)
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático [United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)]
CNR	Centro Nacional de Registro
CO	Monóxido de carbono
CO₂	Dióxido de carbono
CO₂e	Dióxido de Carbono Equivalente
CO₂e(CH₄)	Dióxido de Carbono Equivalente para Metano
CO₂e(N₂O)	Dióxido de Carbono Equivalente para Óxido Nitroso
CONSAA	Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera

COVDM	Compuesto Orgánico Volátil Diferente del Metano [Non Methane Volatile Organic Compounds (NMVOC)]
CP	Conferencia de las Partes
DA	Diagnósticos Ambientales
DGEA	Dirección General de Economía Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería
DGFCR	Dirección General de Ordenamiento Forestal Cuencas y Riego
DGPN	Dirección General de Patrimonio Natural - MARN
DGRNR	Dirección General de Recursos Naturales Renovables
DGSVA	Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal del Ministerio de Agricultura y Ganadería
DIGESTYC	Dirección General de Estadística y Censos
DACGER	Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo del Ministerio de Obras Públicas
EHPM	Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples
EIA	Estudios de Impacto Ambiental
ENA	Escuela Nacional de Agricultura
USEPA	United States Environmental Protection Agency (Agencia de Estados Unidos para la Protección Ambiental)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)
FCM	Factor de Corrección por Metano
FENADESAL	Ferrocarriles Nacionales de El Salvador
FIAES	Fondo de la Iniciativa para las Américas
FONAES	Fondo Ambiental de El Salvador
GC/CC	Garantía de la Calidad y Control de Calidad (del INGEI)
GEF	Global Environment Facility (Fondo para el Medio Ambiente Mundial)
GEI	Gases de Efecto Invernadero [Greenhouse gas (GHG)]
GTZ	Cooperación Técnica Alemana
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto de Invernadero
ISTA	Instituto Salvadoreño de Transferencia Agraria
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio [Clean Development Mechanism (CDM)]
MIDES	Manejo Integral de Desechos Sólidos
MINEC	Ministerio de Economía
MOP	Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda, y Desarrollo Urbano
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
N₂O	Óxido nitroso
NO_x	Óxidos de nitrógeno

OECD	Organization for Economical Country Development
OG	Organización Gubernamental
OPA	Oficina de Planificación Agropecuaria
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PAF	Plan de Agricultura Familiar
PCI	Project Concern International
PK	Protocolo de Kyoto (The Kyoto Protocol)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [United Nations Development Programme (UNDP)]
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PREP	Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes
PRISMA	Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente
PROARCA	Programa Ambiental Regional para Centroamérica
PRODMIN, S.A. de C.V	Productos Minerales e Industriales, Sociedad Anónima de Capital Variable
QA/QC	Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad (del INGEI)
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques, Conservación Forestal, Manejo Forestal Sostenible y Ampliación de los Reservorios de Carbono Forestal
RFF	Resources for the Future
RRASCA	Red Regional de Agua y Saneamiento de Centroamérica
SANP	Sistema de Áreas Naturales Protegidas
SINAMA	Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
SINGEI	Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto de Invernadero
STP	Secretaría Técnica de la Presidencia
UCA	Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”
UN	United Nations (Naciones Unidas)
UNDAC	United Nations Disaster Assessment and Coordination (Evaluación y Coordinación ante Desastres de las Naciones Unidas)
UNES	Unidad Ecológica Salvadoreña
USAID	United States Agency for International Development El Salvador (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional)
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
VMDVYDU	Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano
VMT	Viceministerio de Transporte

Resumen Ejecutivo



Desbordamiento de la Laguna El Jocotal durante la Depresión Tropical 12E, octubre 2011

Resumen

Executive summary

We hereby synthesize the information contained in the Second National Communication on Climate Change (SNC) of El Salvador, which is presented to the Conference of the Parties in 2013, complying with the commitment to report the country's emissions of greenhouse gases (GHG) and the measures that have been taken, have been adopted or are foreseen to be adopted in order to implement the Framework Convention of the United Nations on Climate Change (UNFCCC) of which, El Salvador is a member since 1995.

The report of the Second Communication has five chapters:

- a. *National circumstances.* Shows the combination of economic, social and environmental factors that have contributed for the country's critical situation and high vulnerability to climate change.
- b. *Climate scenarios and vulnerability.* It presents historical trends and future climate scenarios in two types of emission scenarios and shows some of the potential sector impacts.
- c. *National greenhouse gases inventory (NGH-GI).* Shows the record and amounts of GHG emissions of El Salvador, updated to 2005.
- d. *Measures of compliance with the Convention.* Describes the process used by the country to address climate change; it also highlights the fast adoption- in the last two years- of a set of policies, programs and initiatives focused on addressing the problems caused by the growing climate variability.
- e. *Facing the climatic change challenge in El Salvador.* Presents the axis, key issues and institutional requirements of the National Climate Change Strategy of El Salvador.

The first chapter of the 2nd National Communication (SNC) National circumstances, reviews

the environmental, social and economic impacts of different development models followed by El Salvador in recent decades, and describes the evolution of climate variability and its impacts on the country.

In regards to climate variability, alterations in rainfall are very notable, the country is typically characterized by a dry season (November to April) and a rainy season (May to October). In recent years, since 2009, in different occasions, historical records of accumulated rainfall were broken in six hours, 24 hours, 72 hours and 10 days. Some episodes occurred in months that had never before experienced extreme rainfall events and rainfall records were broken in some months of dry season.

The change has been so radical that extreme rainfall events - over 100 mm in 24 hours and more than 350 mm in 72 hours - increased from one per decade in the sixties and seventies to eight in the first decade of this century. Notably, the most ferocious episodes struck from the Pacific Ocean when in previous decades the country was only impacted by events from the Atlantic Ocean, with the case of Tropical Depression 12E which had rainfall greater than that left by the devastating Hurricane Mitch in 1998.

It's worth to highlight three out of the five greatest impacting events that occurred between November 2009 and October 2011 (E96/Ida, Agatha and DT 12E) that caused damage and losses of about \$ 1.300 million, which together, would amount to 6% of GDP, 2011. These data show that the impact of climate variability is already very significant in the country, and this determines the priority for adaptation efforts and mechanisms to face loss and damage.

In regards to economic circumstances, different economic models implemented in the history of El Salvador show the vulnerability heritage of scenarios and social and environmental dynamics present in El Salvador: the agro-export model prevailed until the early eighties, industrialization substituted importations during the decades of the fifties to the seventies, and promotion of factory exportations and investment attraction, ever since the nineties (UNDP, 2010). Between 1990 and 2010 the economy was consolidated with slow-growth, outsourced, dependent on imports and not based on competitive production but on consumption financed on

remittances and credit. (Government of El Salvador, 2010).

All these economic and social transformations have resulted into three key processes, with strong regional and sector impacts: a prolonged abandonment of agricultural production (until 2010), concentration and urbanization of the population - especially in south/central and western/central part of the country and a high rate of outward migration (mainly to the United States of America). This phenomenon of migration and remittances sent by migrants are changing social relations within communities and in return, the relationship of these communities with the land. 20% of households receive remittances and families with migrants have more resources to invest in education, housing, land purchases or other livelihoods.

Families without migrants, on the other hand, have less diversified livelihoods and maintain a more direct dependency on natural resources. This differentiation of economic possibilities has implications for social cohesion and for generating local processes of natural resource governance. Moreover, remittances have boosted the land market, and in certain areas this is favoring the development of land for agricultural use (PRISMA, 2005). This has intensified environmental degradation and vulnerability associated with urbanization processes, particularly those related with the loss of rainfall infiltration and aquifer replenishment, in addition to other impacts on water availability that are generating the altered rainfall.

The low economic growth and the need to create employment opportunities for the population in the country has generated a broad consensus on the importance of reviving economic growth as a necessary condition to improve tax revenues and expand the country's tax burden (which is one of the lowest in Central America), in order to strengthen social programs and promote production. (PRISMA, 2012c).

For this, the current government has created a strategy to develop macro-economic conditions that encourage private investment and it has developed productive development policies aimed at expanding and diversifying the business base of the country, facilitating the emergence of new economic actors. This strategy proposes to promote the development of logistic services, tou-

risms, industry and agribusiness. However, if not properly developed, social and environmental risks and impacts could be generated associated with the land use change (particularly in areas of greatest vulnerability to climate change such as the coastal marine area). Moreover, the increase in the demand for land and resources associated with that effort increases the risk of social conflicts over the use and control of important resources such as water (for irrigation, domestic, industrial and energy production) and other ecosystem services.

Therefore, along with the promotion of this growth strategy, the Government is developing a strategy to strengthen its instruments of environmental assessment and management, reversal of degradation, land use and ecosystem inclusive management of ecosystem landscapes, these facts are articulated in the National Policy of the Environment 2012. Additionally, it has designed the National Climate Change Strategy, in order to promote development that is resilient to climate, as well as low-carbon; these are further discussed in Chapters 4 and 5. Chapter two shows climate change scenarios most relevant to El Salvador that have occurred so far, also presenting historical trends of precipitation, temperature and sea level and analyzes the vulnerability in different regions and sectors of the country.

Historical trends show that annual cumulative rainfall recorded in El Salvador has been highly variable, ranging from a minimum of 1274 mm and a maximum of 2310mm between 1950 and 2006. While the average temperature in the country increased by 1.3°C when compared with the fifties, it is remarkable that the greatest increase was starting from the nineties. As far as sea level, the average increased approximately 7.8 cm, at an average rate of 1.3 mm per year. With respect to waves, changes were detected in the average wave height of 28 cm (4.7 mm per year) with changes in the environment 0.12°N/year in the average direction of wave energy and above 20 cm of extreme wave heights in the last three decades (about 2 cm per year).

From the information provided by El Salvador climate change scenarios, it is evident in all of these scenarios that there is a tendency for the temperature to increase and that there are significant changes in rainfall patterns and availability of water resources, which, in the panorama of

a highly degraded territory, it becomes urgent to implement adaptation measures, strategies and policies at all levels. On one hand, this produces the need for action to reduce in a short term the big losses and damage that are already generated due to climate variability associated with climate change; and secondly, adaptation efforts made for water management, securing rural livelihoods and food availability, protection of investments in physical and productive infrastructure, diminishing of foreseen impacts on the health of the population and improvement of the resilience of ecosystems and degraded landscapes.

In chapter three, national greenhouse gases inventory of (NGGI) we present the recording and quantification of the emission of GHG of El Salvador, updated to 2005, including data and comparisons with the results of the GHG inventory for the year 2000. Starting from the sectors that reflect higher levels of emissions and considering the priorities of national development and potential social and adaptation co-benefits associated with mitigation, national mitigation priorities will be established as mentioned in Chapters 4 and 5.

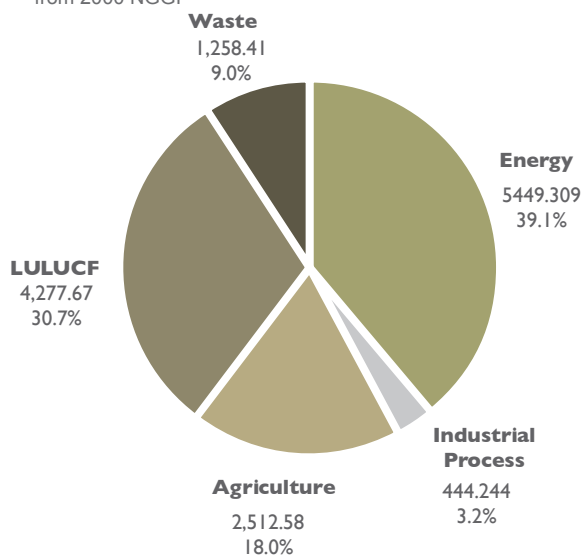
Since the 1994 NGHGI (presented at the first national communication on climate change) we lacked much information therefore we resorted to default values which do not necessarily correspond to the reality of the country. In calculating 2000 and 2005 NGHGI we sought

to improve the quality of the information used in the agriculture, energy, land use and land use change sectors. Given the difference of sources and methodologies it is considered inconvenient to establish comparisons between 1994 and continuing NGHGI. However, the comparability between NGHGI can be made between the years 2000 and 2005, as shown below. To ensure comparability with future inventories it is necessary to have a standardized system for collecting and processing of information, and in order to achieve this in the framework of 2nd National Communication (SNC), a proposed national system for GHG inventory was developed, which is pending validation, formalization and implementation.

Image 1 shows the data of the year 2000 NGHGI, while image 2 describes the information of the 2005 NGHGI.

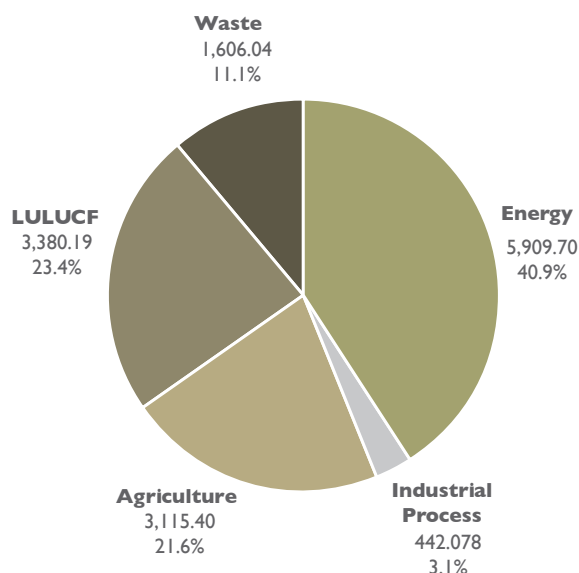
Among the most important comparative data, NGHGI, GHG emissions in 2005 increased approximately 3.66% compared to 2000 (13942.21 Gg CO₂e). This increase is due to increases in emissions in the sectors of energy, agriculture and waste. While the land use Sector, land use change and forestry (LULUCF) emissions shows a decrease compared to 2000 (see Figure 3). It also keeps the energy sector as the main emission source category followed by LULUCF and agriculture sectors.

Graphic 1 Total de Gg de CO₂e per sector. Data from 2000 NGGI



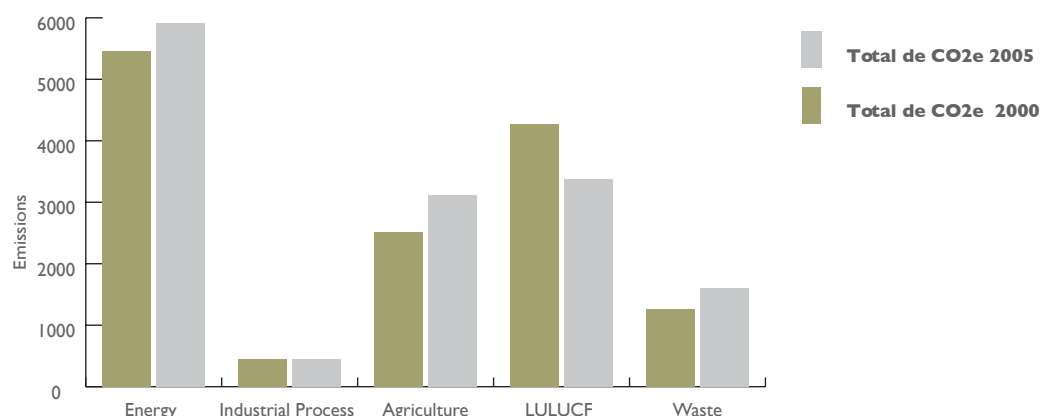
Source: MARN/UCA (2010a)

Graphic 2. TTotal CO₂e Gg per sector. Information from 2005 NGHGI



Source: MARN/UCA (2010b)

Graphic 3 Emission Comparison 2000 and 2005 (expressed in CO₂e)



Source: MARN/UCA (2010b)

In chapter four, *Compliance Measures of the Convention*, we highlight the rapid recent adoption — In the last two years- of a set of policies, programs and initiatives focused on addressing the problems caused by increasing climate variability. The main efforts are described below:

National Greenhouse Gas Inventory (NGHGI): Up to now, El Salvador has three inventories corresponding to the years 1994, 2000 y 2005.

Climate change mitigation and adaptation until 2009: the efforts of the Government of El Salvador, after the creation in 1997 of the Ministry of Environment and Natural Resources (MARN) until the arrival of the Funes Administration in June 2009, is focused on finding opportunities to access the Clean Development Mechanism (CDM) established by the Kyoto Protocol to which El Salvador joined in 1998. In terms of adaptation, the main concern expressed in the First National Communication on Climate Change was related to food security and basic grains sector. Based on the results of the First Communication, MARN coordinated the following studies to gain a better understanding of the challenges of vulnerability and adaptation to climate change in El Salvador:

- Diagnosis of current knowledge and proposed a strategy for capacity building on vulnerability and adaptation to climate change in El Salvador (MARN-GEF, 2001).
- Evaluation of policies to combat drought in El Salvador as part of the development and transfer of technologies for adaptation to variability and global climate change (MARN, 2003).

- Vulnerability and adaptation to climate change of the rural coastal plain inhabitants of central El Salvador (MARN-GEF-UNDP, 2007).

Climate change adaptation and mitigation after 2009. Addressing the issues associated with climate change was a radical change after 2009. There were three main factors that influenced this shift:

- The arrival of a new administration with a different political orientation which ruled the previous two decades, which incorporated in the agenda of national priorities, risk management and environmental management.
- The strong impacts of three extreme weather events occurred in 24 months, which highlighted the huge country's vulnerability to climate variability associated with climate change.
- The growing awareness of the population and the State of the need to promote urgent action on climate change, including law reforms by the National Legislative Assembly
- As a result, the following efforts are highlighted:

Capacity building for systematic climate observation.

- A new National Environment Policy (2012) adopted by the Council of Ministers whose main objective is to reverse environmental degradation and reduce vulnerability to cli-

mate change.

- b. Formulation and starting a program of restoration of ecosystems and rural landscapes representing the country's main initiative for climate change adaptation.
- c. Formulation of proposed REDD+, part of the restoration program, which is the first proposed REDD+ worldwide under a novel approach of "adaptation-based mitigation."
- d. Formulation of national climate change strategy.
- e. New arrangements for interagency coordination on climate change.
- f. Legislative reforms that promote the integration of climate change or develop their content in the Environment Act and education laws.
- g. Identification of priority technologies for climate change adaptation and mitigation.
- h. Energy sector initiatives that have broadened the space for mitigation efforts.
- i. Education actions and public awareness on climate change.

In chapter five we identify obstacles, lack and needs that El Salvador faces in regards to climate change, linking the National Climate Change Strategy, including in this consideration current capability and the means and conditions for the implementation of responses. Given the severe impacts of climate variability associated with climate change, the usual approach of sorting strategies in adaptation and mitigation actions, if the country has built a third axis specifically geared to meet the experienced recurring losses and damages. These impacts are so high that they compromise immediate and future viability of the development of El Salvador, as already recognized even in the analysis of some multilateral financing agencies. The International Monetary Fund, in its latest report Consultation Mission to the country, March 2013, concluded that "After the crisis of 2008 to 2009, the Salvadoran economy has grown slowly as a result of low domestic investment, the impact of climatic shock."

In fact, increasing climate variability experienced by the country and the acceleration of global climate change are establishing a very different reality to which we had a few years ago. This strategy requires the incorporation of the dimension of climate change and associated variability in development planning and public and private investment, as well as key government policies. In this latter sense fiscal policy, social protection policy and sectoral and regional policies, especially those related to agriculture, water resources, infrastructure, health, education, local development and management of risks are especially critical.

To achieve the above it will be essential to mobilize external resources technological, technical and financial grants to a significant scale to take corresponding action. This strategy is structured around three main areas, five critical issues, and five institutional requirements.

1. Mechanisms to address recurring loss and damage from climate change. It has three main lines of action:

- a. Critical investment programs to reduce losses and damage in the short term: The execution of interventions to achieve in the short term, firstly to protect families that are at most climate risk and secondly, prolong useful lives of assets or significant reduction of potential impacts of climate change on the basis of cost-effectiveness analysis and cost-benefit, recognizing that more structural adaptation measures will be needed for sustainability and resilience of the same in the long term.
- b. Options and restraint mechanisms and risk transfer (insurance and reserve funds);
- c. Enhance National Capacity to actively participate in the negotiation of an international mechanism for loss and damage from climate change.

2. Adaptation to climate change, addresses the need to reduce future loss and damage by accelerated implementation of adaptation measures to climate change. Chapters 1 and 2 have shown national conditions of vulnerability and climate variability associated with climate change that establish adaptation as the priority of the country against this phenomenon. Strategically

address those vulnerabilities with high potential for irreversible damage or adverse impacts that extend in several key sectors of the economy is a central focus of the Strategy. We identify three priority action lines as follows:

- a. Sectoral adaptation strategies, with emphasis on agriculture, water resources, infrastructure and health. Water resources, agriculture, road infrastructure and health are being increasingly affected by climate change so it is critical to implement priority actions under a holistic approach that integrates the needs of and transformation into other activities and functions adversely impact these sectors. In that sense, Biodiversity, Environmental Sanitation and Water Resource are synergized with the other strategies of the National Environmental Policy.
- b. Restoration of critical ecosystems and rural landscapes. The rural areas of El Salvador are extremely vulnerable to climate change due to their levels of environmental degradation and it is necessary to advance in an ambitious restoration program, as proposed in the National Ecosystem Restoration and Landscapes (PREP) the adaptation flagship program in the country.
- c. Urban and coastal zoning. It is essential to work in the zoning of urban growth in order to reduce risk and advance in climate change adaptation, given the uncontrolled expansion of urban areas over water infiltration areas sensitive to landslides or unsuitable for that use. This not only increases the risk of flooding and other impacts of climate phenomena but also reduces local water supply, increasing the risk of water stress. A similar problem arises in the coastal area where the expansion of various activities on fragile ecosystems such as mangroves and excessive extraction of water from shallow aquifers threatens irreversible loss of these resources, and already threatened by saline intrusion, extreme weather events, the sea level rise and other effects of climate change.

3. *Mitigation of climate change with co-benefits: although emissions* of El Salvador are globally insignificant to produce effects on the climate system (0.04% of global emissions), such actions allow

for the reduction of net emissions and may be synergistic with the objectives of other environmental and adaptation agendas. Moreover, under the new legal instrument currently being negotiated under the United Nations Framework Convention on Climate Change all countries, including El Salvador, the country will have binding mitigation commitments from 2020. Therefore, El Salvador must define its strategy for future growth abatement of its GHG emissions, ensuring compatibility with their development objectives and poverty reduction. Under this framework, in this element three priority areas for action are identified here:

- a. National Program of national priorities of mitigation with co-benefits. El Salvador must ensure that its actions of climate change mitigation carry along other social, economic or adaptation benefits, such as health benefits, obtained from emission reduction in the transport sector already underway. This requires developing a mitigation program of priorities associated with the country's strategic economic and social development agendas, mainly in sectors with the greatest potential for mitigation.
- b. Low Carbon Urban Development, that will result in co-benefits that will improve economic competitiveness conditions of the urban centers and the country as a whole
- c. Trajectories of low-carbon development. In the future El Salvador will only be able to make binding commitments to reduce its emissions if possible trajectories of economic growth, cost of technologies and capabilities necessary to make possible certain emission reduction trajectories or "abatement curves" for each specific sector are clear.

It is a great challenge to point out the necessary actions for each of the nine priority lines of action proposed under the three axes of the National Climate Change Strategy and dutifully advance in its implementation.

It requires combining multiple resources, knowledge, skills and organization as well as individual and collective provisions for creating and enabling conditions whose nature is not limited to the introduction of a few specific im-

provements; a national commitment to lead the country to a new capacity level is required. The five critical issues within this framework are:

- a. Awareness raising. A key factor to increase the scale and effectiveness of climate change actions lies in the fullest public citizen involvement and ownership of the issue, it is essential for society to understand the implications of climate change to ensure consensus and long-term commitments. Sectors with the highest influencing capacity must assume leadership that corresponds to them, especially social communication media.
- b. Education and training. The Strategy addresses the enormous challenges that the climate change phenomenon brings about in this issue, opening the discussion of the need for a radical educational reform particularly for university education.
- c. Investigation. It raises the urgency to advance in the understanding of new phenomena of climate variability that is impacting the country as well as the detection of new manifestations of climate change, ecosystem behavior and natural resources critical to the stimulus of the said phenomenon. In addition to deepening the analysis of risks and vulnerabilities and potential mitigation in key sectors of the economy.
- d. Technology. Identifies a number of priority technologies for the country and the need to promote an appropriate institutional environment for the preparation of reports, training centers and skill building for technology development and for access and ownership to those not available locally. The channeling and transfer to the country should be through the mechanisms created to that effect in the Convention.
- e. Financing. Introduces diagnostic elements of institutional needs and institutional requirements for access to international climate financing and the priority of creating and managing national resources and an international climatic financing Investment Fund critical to reduce loss and damage associated with climate change,

The development of the priority lines of action

proposed in the National Climate Change Strategy represents a major institutional challenge as it requires adjusting the institutionality of the Government and establish new priorities as well as new institutional performance standards. Some of the institutional requirements are:

- I. Interinstitutional Coordination. A challenge of vital importance is the effective coordination and implementation of appropriate inter-agency arrangements for the operation of the National Environmental Management System (SINAMA) within a system of shared responsibilities in the management and monitoring of risks and adaptation measures. This means transcending paradigms of operation and exclusive sectoral budget planning and adoption of inter-institutional procedures in the defining of strategic objectives and result evaluation .
- II. Institutional Strengthening. The challenges of climate change require substantial institutional strengthening processes especially in relation to social protection, environmental management, land use planning, national economic planning and participation in international negotiations under the Convention.
- III. Governance and Management Models. The substantive goals of local governance Models are the organization and local management to monitor risk, inclusive management of ecosystems, early warning systems and operationalization of collective transfer mechanisms or risk retention and equitable distribution of mitigation co-benefits in a rural and urban level.
- IV. Monitoring, report and verification. The development and adoption of robust information systems for monitoring, reporting and verification are essential both for accountability and for tracking and monitoring the effectiveness and impacts of the new processes of adaptation and mitigation flexible implementation, sensitive to the changing conditions of climate, ecosystems and the level of vulnerability of sectors and territories.
- V. Legislation, rules, and regulations Incorporating climate change dimension in national development plans and laws, public policy

and other policy instruments is perhaps one of the greatest challenges for the institutionality of the country. It is particularly relevant to national conditions the new legislation and regulations in the following areas: General Water Law (in parliamentary debate), Biodiversity Law, Water and Sanitation Law and even a Climate Change Law. It is also a priority to review the Building Code in light of the challenges and new technologies of climate change, to implement effectively the recently adopted Law on Territorial Planning and Development and to review the Insurance Act or the creation of a General Law on this matter.

The implementation of the National Climate Change Strategy and the National Plan that will define the set of specific goals and objectives, some of which are already underway, represents the country's most articulated and long term strategy to respond to climate change and comply with the commitments under the frame of the Convention.

Resumen Ejecutivo

A continuación se sintetiza la información contenida en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (2CNCC) de El Salvador, la cual se presenta a la Conferencia de las Partes en 2013, cumpliendo así el compromiso de informar sobre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del país y sobre las medidas que se han adoptado o se prevé adoptar para aplicar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) de la cual, El Salvador, forma parte desde 1995.

El informe de la Segunda Comunicación cuenta con cinco capítulos:

- I. Circunstancias Nacionales. Evidencia la combinación de factores económicos, sociales y ambientales que han configurado la situación crítica de alta vulnerabilidad en el país frente al cambio climático.
- II. Escenarios climáticos y vulnerabilidad. Presenta las tendencias históricas y los escenarios climáticos futuros en dos familias de escenarios de emisiones y muestra algunos de los potenciales impactos sectoriales.
- III. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). Presenta el registro y la cuantificación de las emisiones de GEI de El Salvador, actualizado al año 2005.
- IV. Medidas de cumplimiento de la Convención. Describe el proceso seguido por el país para enfrentar el cambio climático. También destaca la acelerada adopción -en los últimos dos años- de un conjunto de políticas, programas e iniciativas enfocados en atender los problemas provocados por la creciente variabilidad climática.
- V. Enfrentando el Desafío del Cambio Climático en El Salvador. Presenta los ejes, temas clave y requerimientos institucionales de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de El Salvador.

El primer capítulo de la 2CNCC, Circunstancias Nacionales, reseña los impactos ambientales, so-

ciales y económicos de los distintos modelos de desarrollo seguidos por El Salvador en las últimas décadas, y describe la evolución de la variabilidad climática y sus impactos en el territorio nacional.

Acerca de la variabilidad climática sobresalen las alteraciones en el régimen de lluvias, el cual se caracterizaba típicamente por una estación seca (de noviembre a abril) y una estación lluviosa (de mayo a octubre). En los últimos años, desde el 2009, en distintos episodios se batieron récords históricos de lluvia acumulada en 6 horas, 24 horas, 72 horas y en 10 días. Algunos episodios ocurrieron en meses que nunca antes habían experimentado eventos de lluvias extremas y también se batieron récords de lluvia en algunos meses de la época seca.

El cambio ha sido tan radical que los eventos de lluvia extrema – más de 100 mm en 24 horas y más de 350 mm en 72 horas – aumentaron de uno por década en los años sesenta y setenta del siglo pasado a ocho en la primera década de este siglo. Cabe destacar que los más feroces eventos extremos impactaron desde el Océano Pacífico cuando en décadas anteriores el país era solamente afectado por eventos desde el Océano Atlántico, dejando en el caso de la Depresión Tropical 12E, precipitaciones mayores que la lluvia generada por el devastador Huracán Mitch en 1998.

Es así como destacan tres de los cinco eventos de mayor impacto ocurridos entre noviembre de 2009 y octubre de 2011 (Baja Presión E96/Ida, Agatha y Depresión Tropical 12E) que provocaron daños y pérdidas por unos US\$1,300 millones, que en conjunto, equivaldrían al 6% del PIB de 2011. Estos datos muestran que el impacto de la variabilidad climática ya es muy significativo en el país, determinando la prioridad que se está dando a los esfuerzos de adaptación y mecanismos para enfrentar pérdidas y daños.

En cuanto a las circunstancias económicas, los distintos modelos económicos implementados en su historia, muestran la herencia de vulnerabilidad en los paisajes y las dinámicas sociales y ambientales del presente en El Salvador: el modelo agroexportador predominó hasta inicios de los años ochenta, la industrialización por sustitución de importaciones de las décadas de los cincuenta a los setenta, y la promoción de exportaciones de maquila y atracción

de inversiones desde la década de los noventa (PNUD, 2010). Entre 1990 y 2010 se consolidó una economía de bajo crecimiento, dependiente de las importaciones y no cimentada en una base productiva competitiva, sino en el consumo financiado por remesas y crédito.

Todas estas transformaciones económicas y sociales se han decantado en tres procesos dominantes, con fuertes impactos territoriales y sectoriales: un prolongado abandono de la producción agrícola (hasta 2010), la concentración y urbanización de la población -especialmente en el sur/centro y occidente/centro del país- y una alta tasa de migración hacia el exterior (principalmente hacia Estados Unidos). Este fenómeno de migración y de las remesas que los migrantes envían está cambiando las relaciones sociales dentro de las comunidades y de éstas con la tierra. El 20% de los hogares reciben remesas y las familias con migrantes cuentan con más recursos para invertir en educación, vivienda, compras de tierra u otros medios de vida.

Las familias sin migrantes, por otra parte, diversifican menos sus medios de vida y mantienen una relación de dependencia más directa con la base de recursos naturales. Esta diferenciación de posibilidades económicas tiene implicaciones para la cohesión social y para la generación de procesos locales de gobernanza de los recursos naturales. Por otra parte, las remesas han dinamizado el mercado de tierras, y en determinadas zonas están favoreciendo la urbanización de tierras de uso agropecuario (PRISMA, 2005). Todo ello ha intensificado la degradación y vulnerabilidad ambiental asociada a procesos de urbanización, particularmente los relacionados a la pérdida de infiltración de lluvia y recarga de acuíferos, lo cual se suma a otros impactos que sobre la disponibilidad de agua está generando la alteración del régimen de lluvia.

El bajo crecimiento económico y la necesidad de crear oportunidades de empleo para la población dentro del territorio nacional, ha generado un amplio consenso sobre la importancia de reactivar el crecimiento económico como condición necesaria para mejorar los ingresos fiscales y ampliar la carga tributaria del país (que es una de las más bajas de Centroamérica), a fin de fortalecer los programas sociales y de fomento a la producción (PRISMA, 2012c).

Para ello, el actual Gobierno ha creado una

estrategia basada en desarrollar condiciones macroeconómicas que favorezcan la inversión privada, y ha desarrollado políticas de fomento productivo orientadas a la ampliación y la diversificación de la base empresarial del país, facilitando el surgimiento de nuevos actores económicos. La estrategia plantea promover el desarrollo de servicios logísticos, turismo, industria y agroindustria. No obstante, si no se desarrollan apropiadamente, podrían generarse riesgos e impactos socio ambientales asociados al cambio del uso del suelo (particularmente en áreas de mayor vulnerabilidad climática como la zona costero-marina). Además, el incremento en la demanda de tierras y recursos asociados a ese esfuerzo aumenta el riesgo de conflictos sociales por el uso y control de recursos importantes como el agua (para riego, uso doméstico, industria, producción de energía) y otros servicios eco-sistémicos.

Por ello, junto con la promoción de esa estrategia de crecimiento, el Gobierno viene desarrollando una estrategia de fortalecimiento de sus instrumentos de evaluación y gestión ambiental, reversión de la degradación, ordenamiento territorial y gestión inclusiva de ecosistemas y paisajes, que se articulan en la Política Nacional del Medio Ambiente 2012. Así mismo, se ha diseñado la Estrategia Nacional de Cambio Climático, a fin de promover un desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono, los cuales se abordan en los capítulos IV y V.

El Capítulo II, Escenarios Climáticos y Vulnerabilidad, muestra los escenarios de cambio climático más relevantes que se han desarrollado para El Salvador hasta el momento. Así mismo, se presentan las tendencias históricas de precipitación, temperatura y nivel del mar, y se analiza la vulnerabilidad en distintas regiones y sectores del país.

Las tendencias históricas muestran que la precipitación acumulada anual registrada en El Salvador ha tenido una alta variabilidad, oscilando entre un mínimo de 1,274 mm y un máximo de 2,310 mm entre 1950 y 2006. Mientras que la temperatura promedio en el país aumentó 1.3°C con relación a la década de los cincuenta del siglo pasado, observando que el mayor aumento se dio a partir de los años noventa.

En cuanto al nivel del mar, el nivel promedio aumentó aproximadamente 7.8 cm, a una tasa

promedio de 1.3 mm por año. Con respecto al oleaje, se han detectado cambios en la altura media de las olas de 28 cm (4.7 mm por año) con cambios en el entorno de 0.12° N/año en la dirección media de la energía del oleaje y por encima de 20 cm en las alturas de olas extremas en las últimas tres décadas (aproximadamente 2 cm por año).

De la información que proporcionan los escenarios de cambio climático para El Salvador se hace evidente, en todos ellos, una tendencia al aumento en la temperatura y modificaciones importantes en los patrones de lluvia y disponibilidad de recursos hídricos lo que, en un panorama de territorio altamente degradado, vuelve urgente implementar medidas, estrategias y políticas de adaptación a todos los niveles. Por un lado, esto se traduce en la necesidad de acciones para reducir en el corto plazo las cuantiosas pérdidas y daños que ya se generan debido a la variabilidad climática asociada al cambio climático; y por otro, en esfuerzos sostenidos de adaptación en la gestión hídrica, el aseguramiento de los medios de vida rurales y la disponibilidad alimentaria, la protección de las inversiones en infraestructura física y productiva, disminución de los impactos previstos en la salud de la población y mejora en la resiliencia de ecosistemas y paisajes degradados.

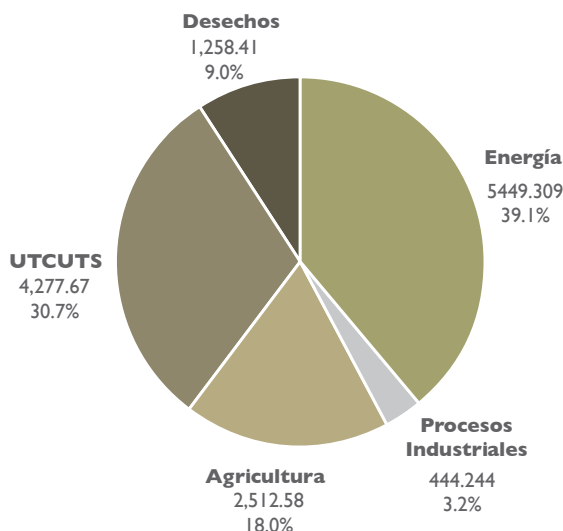
En el Capítulo III Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), se presenta el

registro y la cuantificación de los GEI que emite El Salvador, actualizado al año 2005, incluyendo datos y comparaciones con los resultados del inventario de GEI para el año 2000. A partir de los sectores que reflejan mayores niveles de emisiones y considerando las prioridades de desarrollo nacional y potenciales co-beneficios sociales y de adaptación asociados a la mitigación, se establecerán las prioridades nacionales de mitigación tal como está referido en los capítulos IV y V.

Dado que para el INGEI de 1994 (presentado en la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático) se carecía de mucha información, se recurrió a valores por defecto, los cuales, no necesariamente corresponden a la realidad del país. En el cálculo de INGEI para los años 2000 y 2005 se buscó mejorar la calidad de la información utilizada en los sectores agricultura, energía, uso de la tierra y cambio del uso de la tierra.

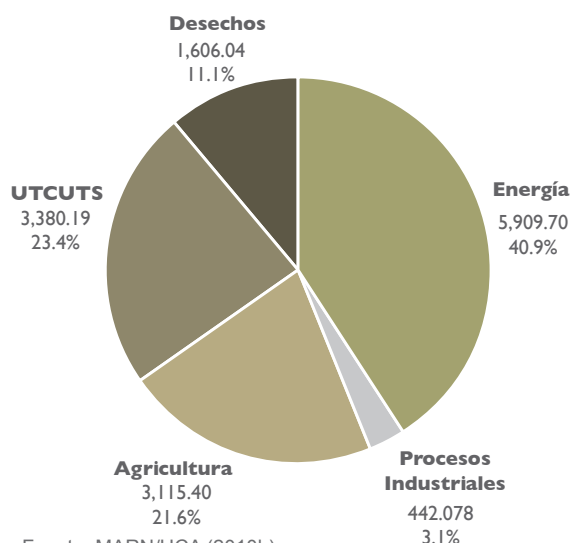
Por la diferencia de fuentes y metodologías se considera inconveniente establecer comparaciones entre los INGEI 1994 y siguientes. Sin embargo, la comparabilidad entre INGEI puede realizarse entre los años 2000 y 2005, como se muestra a continuación. Para asegurar la comparabilidad con futuros inventarios es necesario contar con un sistema estandarizado de recolección y procesamiento de la información, por ello, en el marco de la 2CNCC se desarrolló una propuesta de sistema nacional de inventario de

Gráfico 1 Total de Gg de CO₂e por sector. Datos del INGEI 2000



Fuente: MARN/UCA (2010a)

Gráfico 2 Total de Gg de CO₂e por sector. Datos del INGEI 2005



Fuente: MARN/UCA (2010b)

GEI, la cual se encuentra pendiente de validación, oficialización e implementación.

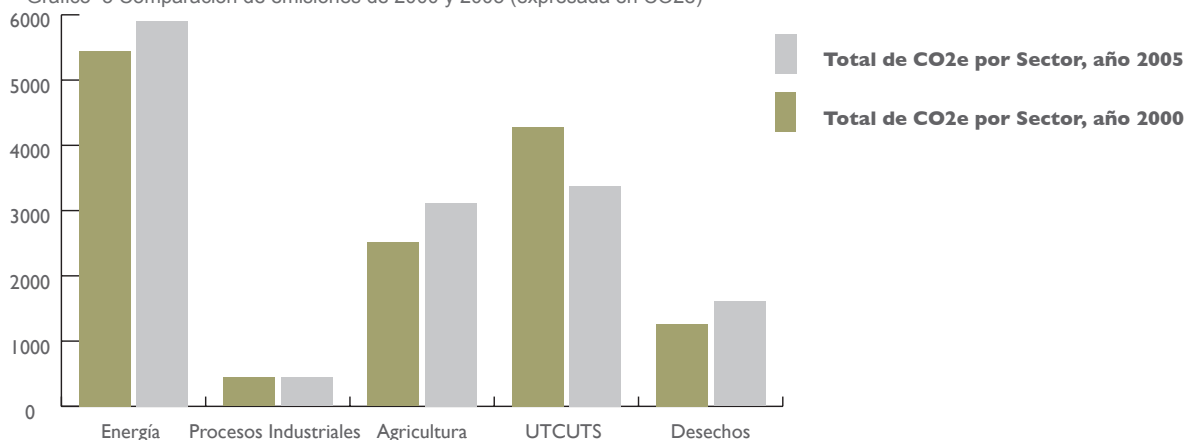
El Gráfico 1 muestra los datos del INGEI del año 2000 mientras que el Gráfico 2 describe la información del INGEI 2005.

Entre los datos más importantes del comparativo de los INGEI se tiene que las emisiones de GEI del año 2005 aumentaron aproximadamente 3.66% respecto al año 2000 (13,942.21 Gg de CO₂e). Este aumento se debe a incrementos de emisiones en los sectores de energía, agricultura y desechos. Mientras que el sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) presenta una disminución de emisiones respecto del año 2000 (ver Gráfico 3). Además, se mantiene el sector energía como principal categoría de fuente de emisiones seguida por los sectores UTCUTS y agricultura.

del Presidente Mauricio Funes en junio de 2009, se concentraron en la búsqueda de oportunidades para acceder al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), establecido por el Protocolo de Kioto, al cual El Salvador se unió en 1998. En materia de adaptación, la preocupación principal expresada en la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático tuvo que ver con la seguridad alimentaria y el sector de granos básicos. Basándose en los resultados de la Primera Comunicación, el MARN coordinó los siguientes estudios para lograr una mejor comprensión de los desafíos de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador:

- Diagnóstico del estado actual del conocimiento y propuesta de una estrategia para la creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador (MARN-GEF, 2001).

Gráfico 3 Comparación de emisiones de 2000 y 2005 (expresada en CO₂e)



Fuente: MARN/UCA (2010b)

En el Capítulo IV, Medidas de Cumplimiento de la Convención, se destaca la acelerada adopción -en los últimos dos años- de un conjunto de políticas, programas e iniciativas enfocados en atender los problemas provocados por la creciente variabilidad climática. Los principales esfuerzos se describen a continuación:

Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI): A la fecha, El Salvador cuenta con tres inventarios correspondientes a los años 1994, 2000 y 2005.

Mitigación del cambio climático y adaptación antes de 2009: los esfuerzos del Gobierno de El Salvador, luego de la creación en 1997 del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) hasta la llegada de la Administración

- Evaluación de las políticas para enfrentar la sequía en El Salvador dentro del marco del desarrollo y la transferencia de tecnologías de adaptación ante la variabilidad y cambio global del clima (MARN, 2003).
- Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador (MARN-GEF-PNUD, 2007).

Adaptación al cambio climático y mitigación después de 2009. El abordaje de los temas asociados al cambio climático tuvo un vuelco radical después de 2009. Tres fueron los factores principales que incidieron en ese viraje:



- a. La llegada de una nueva administración con una orientación política diferente de las que gobernaron las dos décadas previas, que incorporó en la agenda de prioridades nacionales la gestión de riesgos y la gestión ambiental.
- b. Los fuertes impactos de tres eventos climáticos extremos ocurridos en 24 meses, que pusieron de manifiesto la enorme vulnerabilidad del país frente a la variabilidad climática asociada al cambio climático.
- c. El creciente reconocimiento público y del Estado de la necesidad de impulsar medidas urgentes en materia de cambio climático, incluyendo reformas de ley por el Órgano Legislativo.

Como resultado, se destacan los siguientes esfuerzos:

- a. Fortalecimiento de las capacidades para la observación sistemática del clima.
- b. Una nueva Política Nacional del Medio Ambiente (2012) aprobada en Consejo de Ministros cuyo objetivo central es: revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.
- c. Formulación y arranque de un programa de restauración de ecosistemas y paisajes rurales que representa la principal iniciativa del país para la adaptación al cambio climático.
- d. Formulación de propuesta REDD+, enmarcada en el programa de restauración, que es la primera propuesta REDD+ en el mundo bajo un novedoso enfoque de “mitigación basada en la adaptación”.
- e. Formulación de la estrategia nacional de cambio climático.
- f. Nuevos arreglos para la coordinación interinstitucional en materia de cambio climático.
- g. Reformas legislativas que promueven la integración del cambio climático o desarrollan su contenido en la Ley de Medio

Ambiente y en las leyes de educación.

- h. Identificación de tecnologías prioritarias para la adaptación al cambio climático y su mitigación.
- i. Iniciativas en el sector energético que han ampliado el espacio para los esfuerzos de mitigación.
- j. Acciones de educación y sensibilización del público respecto del cambio climático.

En el Capítulo V Enfrentando el Desafío del Cambio Climático en El Salvador, se identifican los obstáculos, carencias y necesidades que El Salvador enfrenta ante el cambio climático, articulándolos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, incluyendo en ésta la consideración de las capacidades actuales, los medios y las condiciones necesarias para la implementación de las respuestas. Dados los severos impactos de la variabilidad climática asociada al cambio climático, al enfoque usual de ordenar las estrategias en acciones de adaptación y de mitigación, en el caso del país, se ha incorporado un tercer eje, específicamente orientado a responder ante las pérdidas y daños recurrentemente experimentados.

Estos impactos son tan altos que comprometen la viabilidad inmediata y futura del desarrollo de El Salvador; tal como ya se reconoce, incluso, en los análisis de algunas entidades multilaterales de financiamiento. El Fondo Monetario Internacional, en el informe de su más reciente Misión de Consulta al país, marzo de 2013, concluyó que “Tras la crisis de 2008 – 2009, la economía salvadoreña ha crecido lentamente como resultado de la baja inversión doméstica y, el impacto de choques climáticos”.

De hecho, la creciente variabilidad climática que experimenta el país y la aceleración del cambio climático global, están configurando una realidad muy diferente a la que se tenía, incluso, hace pocos años. Ello exige, de la Estrategia, la incorporación de la dimensión del cambio climático y la variabilidad asociada en la planificación del desarrollo y de las inversiones públicas y privadas, así como en las principales políticas públicas. En este último sentido resultan especialmente críticas la política fiscal, la política de protección social y las políticas sectoriales y territoriales, principalmente las relacionadas con la agricultura.

ra, los recursos hídricos, la infraestructura, la salud, la educación, el desarrollo local y la gestión de riesgos.

Para el logro de lo anterior, será imprescindible movilizar recursos externos tecnológicos, técnicos y financieros no reembolsables a una escala significativa para emprender las acciones de la envergadura requerida. Esta estrategia se ha estructurado alrededor de tres ejes fundamentales, cinco temas críticos y cinco requerimientos institucionales.

1. *Mecanismos para enfrentar pérdidas y daños recurrentes por el cambio climático.* Consta de tres líneas prioritarias de acción:

- a. Programa de inversiones críticas para reducir pérdidas y daños en el corto plazo: se trata de ejecutar intervenciones que logren en el corto plazo, en primer lugar, proteger a las familias en mayor situación de riesgo climático y, en segundo lugar, alargar la vida útil de activos o reducción significativa de potenciales impactos del cambio climático sobre la base de análisis costo-eficiencia y costo-beneficio, reconociendo qué medidas de adaptación más estructurales serán necesarias para la sostenibilidad o resiliencia de los mismos en el largo plazo.
- b. Opciones y mecanismos de retención y transferencia de riesgos (seguros y fondos en reserva);
- c. Preparación nacional para participar activamente en la negociación de un mecanismo internacional de pérdidas y daños por el cambio climático.

2. *Adaptación al cambio climático,* aborda la necesidad de reducir pérdidas y daños futuros mediante la implementación acelerada de medidas de adaptación al cambio climático. En los capítulos I y II se evidencian condiciones nacionales de vulnerabilidad y de variabilidad climática asociada al cambio climático, que establecen la adaptación como la prioridad del país frente a este fenómeno. Abordar estratégicamente aquellas vulnerabilidades con alto potencial de generar daños irreversibles o que amplían los impactos adversos en diversos sectores clave de la economía, constituye un enfoque central de la Estrategia. Aquí se identifican tres líneas prioritarias de acción:

- a. Estrategias sectoriales de adaptación con énfasis en agricultura, recursos hídricos, infraestructura y salud. Los recursos hídricos, la agricultura, infraestructura vial y la salud se están viendo crecientemente afectados por el cambio climático, por lo que resulta fundamental poner en marcha acciones prioritarias, bajo un enfoque holístico que integre la necesidad de ordenamiento y transformación en otras actividades y funciones que impactan, adversamente, estos sectores. En tal sentido, se conciben en sinergia con las otras estrategias de la Política Nacional del Medio Ambiente: Biodiversidad, Saneamiento Ambiental y Recursos Hídricos.
- b. Restauración de ecosistemas críticos y paisajes rurales. Las zonas rurales de El Salvador por sus niveles de degradación ambiental son extremadamente vulnerables frente al cambio climático, por lo que es necesario avanzar en un ambicioso programa de restauración, tal como se ha propuesto en el Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP), programa insignia de adaptación en el país.
- c. Ordenamiento urbano y costero. Ordenar el crecimiento urbano es imprescindible para reducir los riesgos y avanzar en la adaptación al cambio climático, dada la expansión descontrolada de los núcleos urbanos sobre zonas de infiltración de agua, susceptibles a deslizamientos o no aptas para ese uso, lo cual no solo incrementa los riesgos de inundación y otros impactos de fenómenos climáticos sino que reduce la provisión local de agua, aumentando el riesgo de estrés hídrico. Un problema similar se plantea en la zona costera, donde la expansión de diversas actividades sobre ecosistemas frágiles como manglares y la extracción desmedida de agua de acuíferos superficiales pone en riesgo de pérdida irreversible de estos recursos, ya amenazados por la intrusión salina, los eventos climáticos extremos, el aumento del nivel del mar y otros efectos del cambio climático.

3. *Mitigación del cambio climático con co-beneficios:* aunque las emisiones de El Salvador son globalmente insignificantes para producir efectos en el sistema climático (0.04% de las emisiones globales), acciones de este tipo que permi-

tan reducir las emisiones netas, pueden resultar sinérgicas con los objetivos de otras agendas ambientales y de adaptación. Es así como, bajo el nuevo instrumento legal que actualmente se negocia en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, todos los países incluyendo El Salvador, tendrán que asumir compromisos vinculantes de mitigación a partir del año 2020. Por lo tanto, El Salvador deberá definir su estrategia para el abatimiento futuro del crecimiento de sus emisiones de GEI, asegurando su compatibilidad con sus objetivos de desarrollo y de reducción de la pobreza. Bajo ese marco, en este eje se identifican tres líneas prioritarias de acción:

- a. Programa de prioridades nacionales de mitigación con co-beneficios. El Salvador debe asegurar que sus acciones de mitigación del cambio climático llevan aparejados otros beneficios sociales, económicos o de adaptación, como los que se obtienen en salud a partir de la reducción de emisiones en el sector transporte ya en marcha. Para ello es necesario formular un programa de prioridades de mitigación asociado a las agendas estratégicas de desarrollo económico y social del país, principalmente en sectores con mayor potencial de mitigación.
- b. Desarrollo urbano bajo en carbono, que conlleva co-beneficios los cuales mejorarán las condiciones de competitividad económica de los núcleos urbanos y del país en su conjunto.
- c. Trayectorias de desarrollo bajas en carbono. En el futuro El Salvador solo podrá asumir compromisos vinculantes de reducción de sus emisiones si tiene claras las posibles trayectorias de su crecimiento económico y el costo de las tecnologías y capacidades necesarias que posibilitarían determinadas trayectorias de reducción de emisiones o “curvas de abatimiento” para cada sector específico.

Precisar las acciones necesarias para cada una de las nueve líneas prioritarias de acción propuestas bajo los tres ejes de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y avanzar decididamente en su implementación es un desafío de gran envergadura. Exige conjugar múltiples recursos, conocimientos, capacidades y organización, así como

disposiciones individuales y colectivas para crear y habilitar condiciones cuya naturaleza no se reduce a la introducción de unas cuantas mejoras puntuales sino que exige de un compromiso nacional que lleve al país a un nuevo nivel de capacidades, en este marco los cinco temas críticos son:

a. Sensibilización. Un factor esencial para incrementar la escala y eficacia de las acciones en cambio climático radica en el más pleno involucramiento ciudadano y apropiación pública del tema, siendo indispensable una mejor comprensión social de las implicaciones del cambio climático para asegurar los consensos y compromisos a largo plazo. Los sectores con mayor capacidad e influencia deberán asumir el liderazgo que les corresponde, en especial los medios de comunicación social.

b. Educación y formación. La Estrategia aborda los grandes retos que el fenómeno del cambio climático plantea en este tema, abriendo la discusión sobre la necesidad de una profunda reforma educativa.

c. Investigación. Plantea la urgencia de avanzar en el conocimiento de los nuevos fenómenos de variabilidad climática que están impactando al país, así como en la detección de nuevas manifestaciones del cambio climático y el comportamiento de ecosistemas y recursos naturales críticos ante los estímulos del referido fenómeno. Además de profundizar en los análisis de riesgos y vulnerabilidades y los potenciales de mitigación en sectores clave de la economía.

d. Tecnología. Identifica una serie de tecnologías prioritarias para el país y la necesidad de promover un entorno institucional apropiado para la preparación de cuadros, centros de capacitación y desarrollo de aptitudes para el desarrollo de tecnologías y para el acceso y apropiación de aquellas no disponibles localmente, cuya canalización y transferencia al país deberá realizarse a través de los mecanismos creados a ese efecto dentro de la Convención.

e. Financiamiento. Introduce elementos del diagnóstico de necesidades y requerimientos institucionales para acceso a financiamiento climático internacional y la prioridad de crear y gestionar con recursos nacionales y financiamiento climático internacional, un fondo de inversiones críticas para reducir pérdidas y daños asociados al

cambio climático.

El desarrollo de las líneas prioritarias de acción propuestas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático representa un gran desafío institucional, pues exige ajustar la institucionalidad del Estado y establecer nuevas prioridades, así como nuevos estándares de desempeño institucional. Entre los requerimientos institucionales están:

- i. Coordinación interinstitucional. Un desafío de vital trascendencia es la efectiva articulación e implementación de arreglos interinstitucionales apropiados para la operación del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SINAMA) dentro de un sistema de responsabilidades compartidas en la gestión y monitoreo de los riesgos y de las medidas de adaptación. Ello supone trascender paradigmas de operación y planificación presupuestaria, exclusivamente sectoriales, y la adopción de procedimientos de alcance interinstitucional en la definición de objetivos estratégicos y evaluación de resultados.
- ii. Fortalecimiento institucional. Los retos del cambio climático demandan procesos sustantivos de fortalecimiento institucional sobre todo en relación con la protección social, la gestión ambiental, el ordenamiento territorial, la planificación económica nacional y la participación en las negociaciones internacionales bajo la Convención.
- iii. Gobernanza local y modelos de gestión. Modelos de organización y gestión local para el monitoreo de riesgos, manejo inclusivo de ecosistemas, sistemas de alerta temprana y operacionalización de mecanismos colectivos de transferencia o retención de riesgos y distribución equitativa de co-beneficios de mitigación en los ámbitos rural y urbano, constituyen objetivos sustantivos de la gobernanza local.
- iv. Monitoreo, reporte y verificación. El desarrollo y adopción de robustos sistemas de información para el monitoreo, reporte y verificación son esenciales tanto para la rendición de cuentas como para el seguimiento y monitoreo de eficacia e impactos de los nuevos procesos de adaptación y mitigación de implementación flexible, sensibles a las condiciones cambiantes del clima, de los ecosistemas y del estado de

vulnerabilidades de sectores y territorios.

- v. Legislación, normativa y regulación. Incorporar la dimensión del cambio climático en los planes nacionales de desarrollo y en las leyes, políticas públicas y otros instrumentos normativos es quizá uno de los mayores desafíos a la institucionalidad del país. De particular relevancia para las condiciones nacionales es contar con nueva legislación y reglamentos en los siguientes campos: Ley General de Aguas (en discusión parlamentaria), Ley de Biodiversidad, Ley de Agua Potable y Saneamiento e incluso una Ley de Cambio Climático. Asimismo es prioritaria la revisión del Código de Construcción a la luz de los desafíos y nuevas tecnologías del cambio climático, la efectiva implementación de la reciente aprobada Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial y la revisión de la Ley de Seguros o creación de una Ley General en esta materia.

La implementación de la Estrategia Nacional del Cambio Climático y del Plan Nacional que definirá el conjunto de metas y objetivos específicos, algunos de los cuales ya se están realizando, representa el esfuerzo más articulado y de largo plazo del país para responder estratégicamente al cambio climático y cumplir con los compromisos asumidos en el marco de la Convención.

Introducción

Desde 1995, El Salvador es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC); además, en 1998, ratificó el Protocolo de Kioto. Con la presente entrega de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (2CNCC) en 2013 -la primera se entregó en el año 2000-, el país cumple con su compromiso de informar, a las Partes, sobre sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y sobre las medidas que ha adoptado o prevé adoptar para aplicar la Convención.

El Informe de la Segunda Comunicación cuenta con cinco capítulos:

- I. *Circunstancias Nacionales.* Evidencia la combinación de factores económicos, sociales y ambientales que han configurado la situación crítica de alta vulnerabilidad en el país frente al cambio climático.
- II. *Escenarios Climáticos y Vulnerabilidad.* Presenta las tendencias históricas y los escenarios climáticos futuros en dos escenarios de emisiones y muestra algunos de los potenciales impactos sectoriales.
- III. *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI).* Presenta el registro y la cuantificación de los GEI correspondientes a El Salvador, actualizado al año 2005.
- IV. *Medidas de Cumplimiento de la Convención.* Describe el proceso seguido por el país para enfrentar el cambio climático; también, destaca la acelerada adopción -en los últimos dos años- de un conjunto de políticas, programas e iniciativas enfocados en

atender los problemas provocados por la creciente variabilidad climática.

- V. *Enfrentando el Desafío del Cambio Climático en El Salvador.* Esta segunda comunicación concluye con la identificación de los pilares y temas clave para una Estrategia Nacional de Cambio Climático en El Salvador.

Es oportuno mencionar algunas limitaciones que ha enfrentado El Salvador en la elaboración de esta 2CNCC y la forma en que las ha solventado en las siguientes áreas:

Circunstancias Nacionales y Escenarios Socioeconómicos: se desarrolló un estudio amplio en esta temática finalizado en marzo 2010. Sin embargo, dado que los impactos de los eventos climáticos que se presentaron en esos momentos fueron tan severos se hizo necesario ampliar el contenido de daños, pérdidas y finanzas públicas. Además, con el cambio de gobierno en junio de 2009, se presentaron cambios de política en materia económica, social y ambiental; y se consideró que las proyecciones realizadas quedaban sin efecto ya que el panorama futuro había cambiado. Por lo que se ha realizado una actualización del capítulo de circunstancias nacionales, destacando los impactos de los eventos climáticos extremos.

Escenarios Climáticos: para la 2CNCC se disponía de dos grupos de escenarios climáticos según se muestran en el cuadro 1. Los cuales muestran diferentes resultados entre sí; por tal razón se solicitó apoyo a CEPAL, quien elaboró nuevos escenarios climáticos para El Salvador, basados en los escenarios climáticos elaborados para el proyecto Economía del Cambio Climático en Centroamérica.

Cuadro 1. Escenarios climáticos desarrollados en el marco de la 2CNCC

Grupo 1	Grupo 2
Desarrollado por: consultores del centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México	Desarrollado por: experto salvadoreño, empleado del MARN
Características: Resolución espacial de 50 km x 50 km. Los escenarios de emisiones utilizados son A2 y A1B en el periodo 1900-1999 para la calibración. La climatología utilizada como línea base fue de los años 1970 a 1999.	Características: Resolución 10 km x 10 km. Los escenarios de emisiones utilizados son las familias A2 y B1. La climatología utilizada como línea base fue de los años 1961 a 1990 Modelos: ECHAM 5, GFDL 30, CM 2.0 y HADGEM 1.

Capítulo I



Inundaciones durante la Depresión Tropical 12E, octubre 2011

Circunstancias Nacionales

Capítulo I

Circunstancias Nacionales

La evolución de la variabilidad climática y sus impactos en El Salvador, el contexto económico y socio-ambiental y las condiciones de vulnerabilidad determinan los enfoques actuales para hacer frente al cambio climático en El Salvador; asimismo, permiten dimensionar los retos a los que se enfrenta El Salvador en este tema.

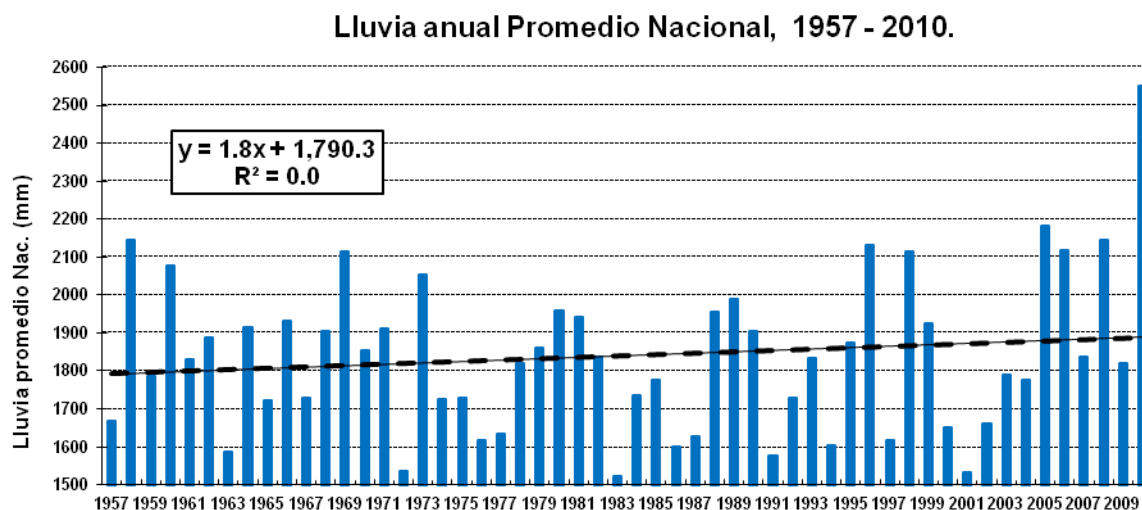
I.1 Evolución de la variabilidad climática

La ubicación geográfica de El Salvador en el cinturón tropical, la influencia de las corrientes marinas del océano Pacífico al sur y lo pequeño del territorio permitían que, anteriormente, el país no mostrara grandes oscilaciones en la mayoría de parámetros climáticos durante el año. La temperatura anual variaba relativamente poco con la ocurrencia de los valores mayores hacia el mes de abril y una disminución hacia los meses de diciembre y enero.

El régimen de lluvias, caracterizado típicamente por una estación seca (de noviembre a abril) y una estación lluviosa (de mayo a octubre), se alteró en las últimas décadas durante las que se presentaron diversas anomalías en el patrón temporal y espacial de lluvias (ver Gráfico 4), lo que ha derivado en un incremento de los desastres vinculados a fenómenos hidrometeorológicos, tanto por exceso como por falta de precipitación.

Los años 2005 y 2010 han sido los más lluviosos del período en los cuarenta años del período 1971-2010. En esos mismos años también se observó un calentamiento mayor en el agua superficial del mar en el Atlántico Tropical Norte (ATN), que ha alcanzado los valores más altos registrados en los últimos 150 años y, con ello, las temporadas de huracanes en esa región han sido extraordinarias en intensidad y cantidad.

Gráfico 4. Lluvia anual promedio nacional 1957-2010



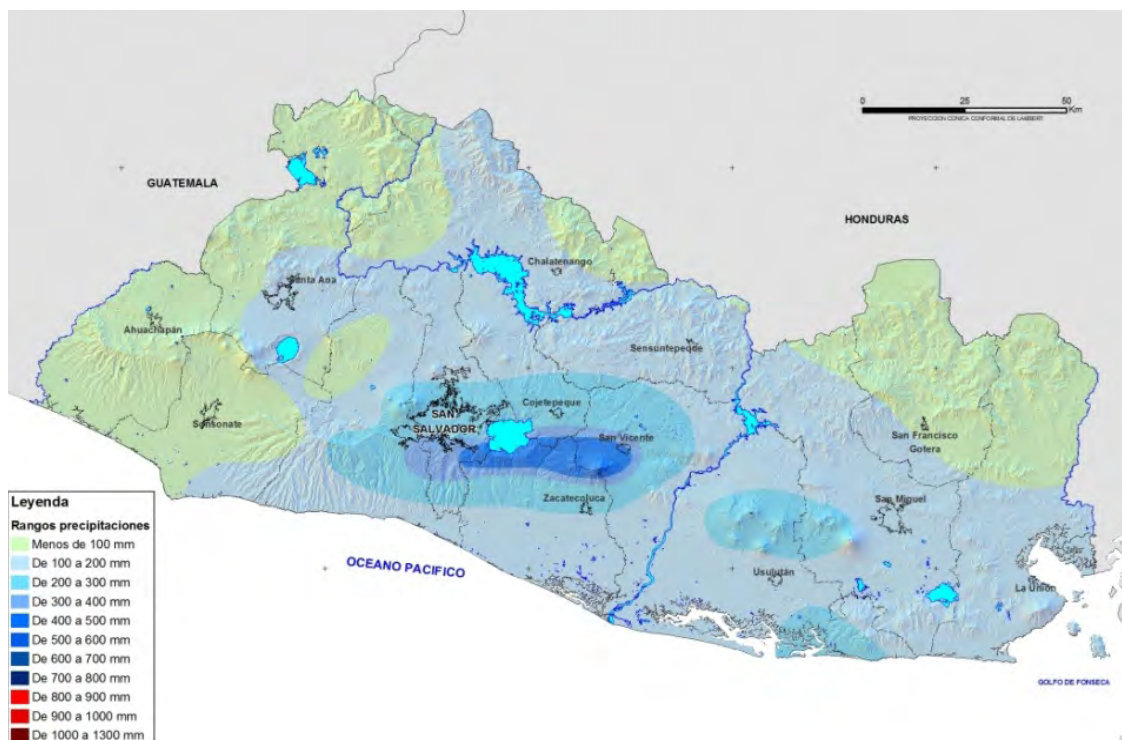
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Los registros nacionales reflejan que también la frecuencia de las sequías está aumentando, registrando este fenómeno en los años 1994, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007, 2010 y 2012. La sequía de 2001, por ejemplo, afectó la mayor parte del territorio nacional y generó daños y pérdidas por US\$31.4 millones. El sector agropecuario fue el más afectado, con el 81% del total de pérdidas. En la sequía de 2012 el departamento de La Unión al oriente del país, sufrió un período seco de hasta 38 días, afectando a cuatro departamentos más: San Miguel, Usulután, San Vicente y Morazán. Las pérdidas para el sector agropecuario se calcularon en más de US\$38 millones (MAG, 2012).

1.1.1. Nuevos récords de lluvias intensas

En los últimos años, El Salvador ha registrado lluvias extremadamente intensas y localizadas en zonas muy delimitadas del territorio que han batido nuevos récords. En noviembre de 2009, se estableció un récord de lluvia acumulada en seis horas -350 mm en el Volcán Chichontepec en San Vicente- durante la Baja Presión E96 asociada al Huracán Ida (ver Mapa 1). Ese evento extremo, muy concentrado espacialmente y el primero registrado en el mes de noviembre en la transición hacia la estación seca, provocó un gran deslizamiento en el Municipio de Verapaz, departamento de San Vicente, desbordamientos de ríos, destrucción de puentes, grandes daños a la agricultura, 199 personas fallecidas y 15 mil personas refugiadas (CEPAL, 2009).

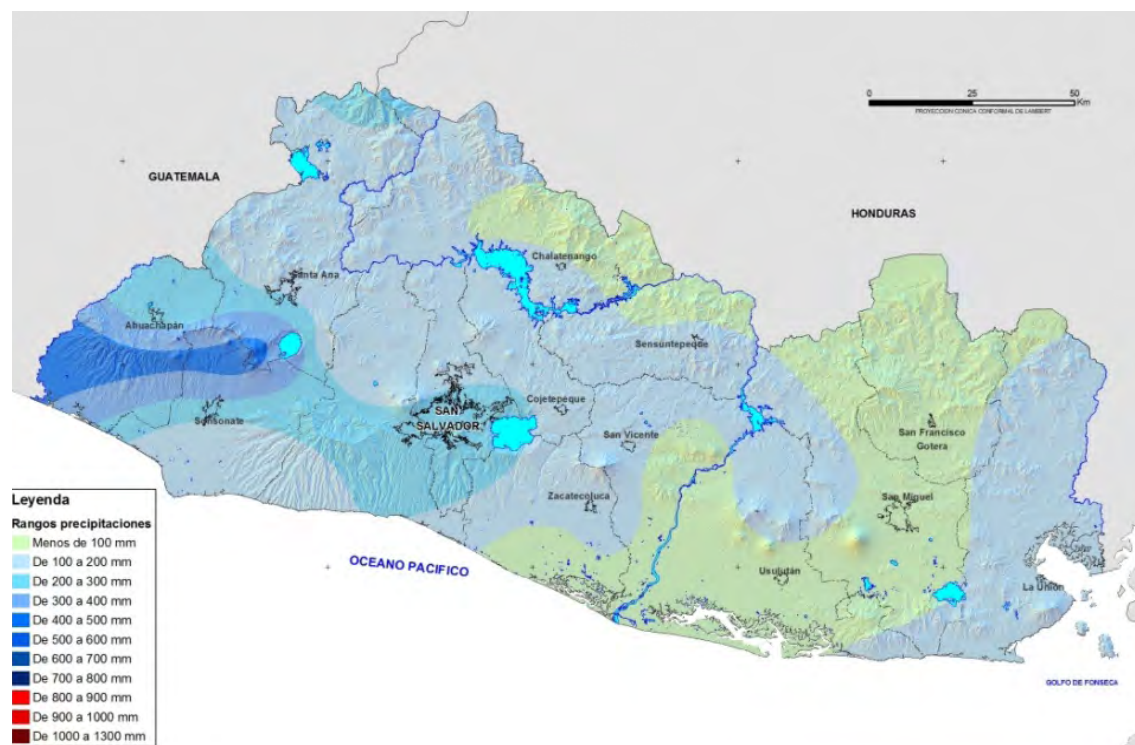
Mapa 1. Lluvia acumulada (mm) en 72 horas, del 7 al 9 de noviembre de 2009 durante Baja Presión E96/ Huracán Ida



Fuente: MARN

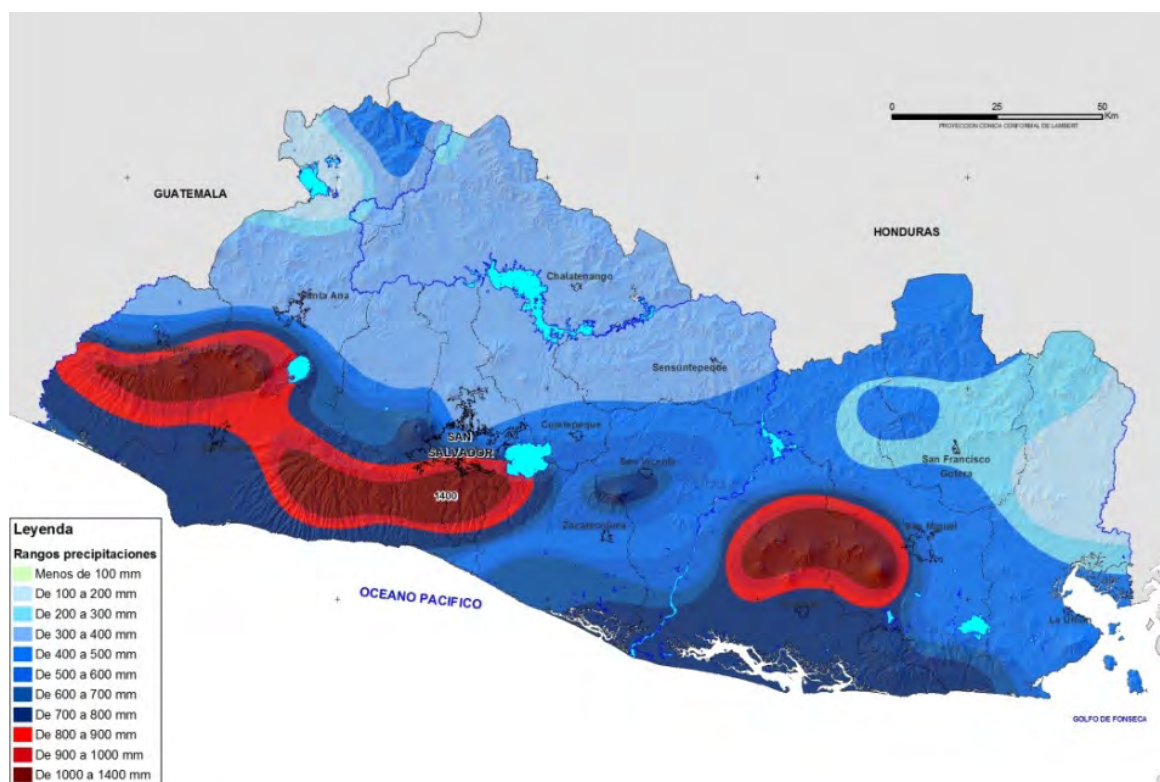
En mayo de 2010, la Tormenta Tropical Agatha batió el récord de lluvia acumulada en 24 horas (484 mm) registrada en la estación de La Hachadura sobre el río Paz, fronterizo con Guatemala (ver Mapa 2). Ese hecho, el primer evento extremo registrado en mayo, también dejó una gran secuela de daños en el occidente del país, entre ellos la destrucción del puente internacional “Manuel José Arce”. En 2010, también se estableció un nuevo récord en la lluvia anual: 2,549 mm como promedio nacional, un 41% por arriba del promedio correspondiente al período 1971-2000 (1,812 mm).

Mapa 2. Lluvia acumulada (mm) en 24 horas durante Tormenta Tropical Agatha (30 de mayo de 2010)



Fuente: MARN

Mapa 3. Lluvia acumulada (mm) del 10 al 19 de octubre de 2011 durante la Depresión Tropical 12E



Fuente: MARN

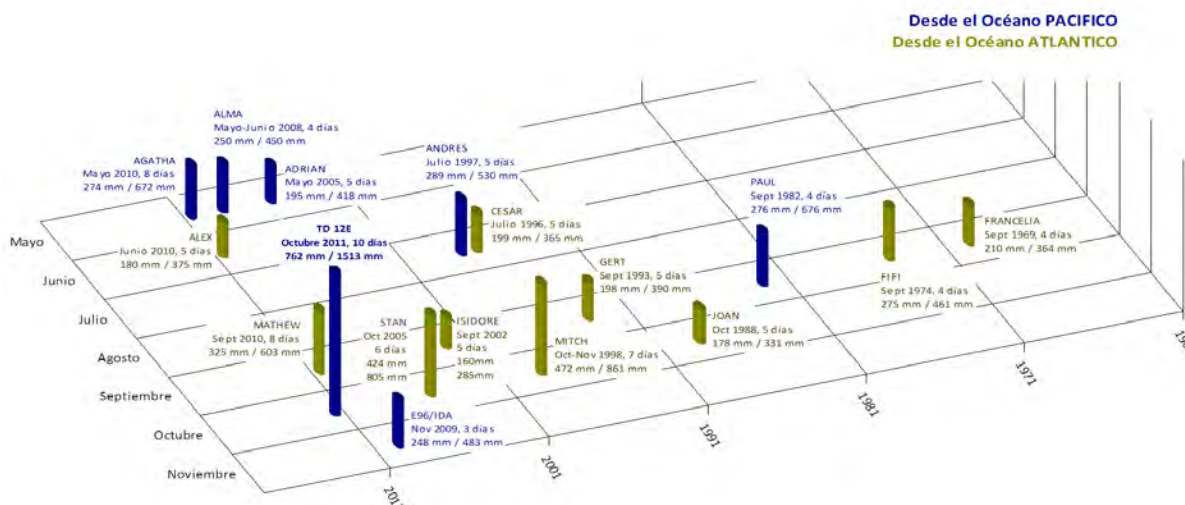
Como se aprecia en el Mapa 3, en octubre de 2011, la Depresión Tropical 12-E estableció récords de duración (diez días), de lluvia acumulada (1,513 mm en la cordillera del Bálsamo) y de daños y pérdidas: \$840 millones o 4% del Producto Interno Bruto (PIB). En febrero de 2011, octubre de 2011 y abril de 2012 también se establecieron récords de lluvia.

Es importante destacar que solamente uno de los tres eventos extremos anteriores alcanzó la categoría de ciclón tropical (la Tormenta Tropical Agatha). Sin embargo, los otros eventos (la Baja Presión E96/Ida y la Depresión Tropical 12E) provocaron lluvias torrenciales con graves impactos en el territorio, la población y la actividad productiva.

1.1.2 Evolución de los eventos hidrometeorológicos extremos

En El Salvador, al considerar como eventos extremos hidrometeorológicos aquellos que producen una precipitación arriba de 100 mm en 24 horas y una precipitación acumulada de más de 350 mm en 72 horas, resulta significativo el aumento de esos fenómenos climáticos extremos. Se registró uno en la década de los sesenta, otro en la de los setenta, dos en la de los ochenta, cuatro en la de los noventa y ocho en la primera década de este siglo (ver Figura 1 y Tabla 1).

Figura 1. El Salvador: evolución de eventos hidrometeorológicos extremos* (1961-2011)



Fuente: MARN

* Los eventos hidrometeorológicos extremos incluyen ciclones tropicales y sistemas de baja presión que provocaron más de 100 mm de lluvia en 24 horas y más de 350mm en 72 horas.

Tabla 1. Cantidad de eventos extremos por década (1961-2011)

Océano	1960	1970	1980	1990	2000	2011
Atlántico	1	1	1	3	4	0
Pacífico oriental	0	0	1	1	4	1
Total	1	1	2	4	8	1

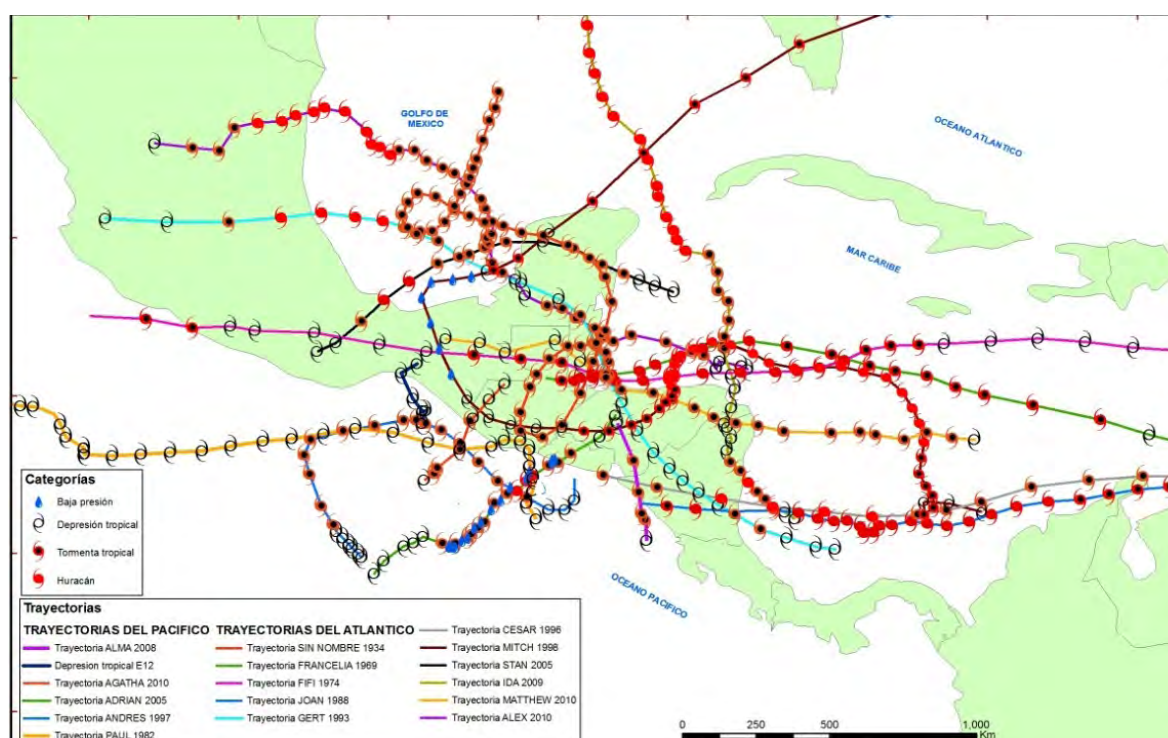
Fuente: MARN

Llama poderosamente la atención el incremento de los eventos extremos que impactaron a El Salvador y que tienen su origen en el océano Pacífico, cuando históricamente han sido los generados en el Atlántico los que afectaban en mayor número. En la década de los ochenta, solo un evento provino del Pacífico, al igual que en la de los noventa; en tanto, en la primera década de este siglo fueron cuatro; la segunda década, se inició en 2011 con el impacto de la Depresión Tropical 12E que rompió récords históricos de precipitación, incluso mayores que la lluvia dejada por el devastador huracán Mitch en 1998.

Los fenómenos que afectan al país y que provienen del Atlántico también se han incrementado. En las décadas de los sesenta, setenta y ochenta, se tuvo el impacto de un evento ciclónico por década; mientras que en los noventa fueron tres y en la primera década del presente siglo fueron cuatro.

Un factor importante que parece haber incidido en la dinámica anterior son los cambios en la génesis y las trayectorias de los ciclones tropicales. Por lo general, los del Océano Pacífico se formaban en una latitud cercana a la costa de México, con trayectoria hacia el norte, pero en los últimos años se desarrollaron mucho más cerca de El Salvador, como fue el caso de Andrés (1997), Adrián (2005), Alma (2008) y Agatha (2010). Los ciclones del Océano Atlántico también modificaron sus trayectorias tradicionales y han tenido un mayor impacto en El Salvador (ver Imagen 1). Una discusión más amplia sobre eventos extremos y su atribución al cambio climático se encuentra en el Capítulo III.

Imagen 1. Trayectoria de los huracanes en el Atlántico y el Pacífico oriental



Fuente: MARN

1.1.3 Evidencia de aumento de variabilidad: el caso de Ilopango

Un análisis del MARN y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de los registros diarios de precipitación para el periodo de 1971-2011 en la estación de Ilopango¹, cercana a San Salvador, mostró que en la década 2001-2011 hubo un fuerte aumento de eventos que sobrepasaron el umbral de 100mm, 150 mm y 200mm en dos días, cinco días y 10 días de lluvias, respectivamente relativo a las décadas anteriores (ver Tabla 2 y Gráfico 5).

¹ Esta estación está localizada a 10 km al Este de la ciudad de San Salvador. La zona se caracteriza por presentar áreas de planicie y áreas alomadas de la vertiente del Pacífico, y posee un clima cálido y pertenece al tipo de tierra caliente o sabana tropical caliente, con un promedio de precipitación de 1,765 mm al año (se localiza en latitud norte 13° 41' y longitud oeste 89° 07', en una elevación de 615 msnm). Se analizaron los acumulados diarios de precipitación; el acumulado anual con referencia a las etapas de El Niño Oscilación del Sur, ENSO (El Niño, neutral y La Niña); el número de días lluviosos; la acumulación de lluvia en tormentas de corta (dos días), mediana (cinco días) y larga duración (diez días) para detectar cambios en intensidad y eventos de precipitación extrema.

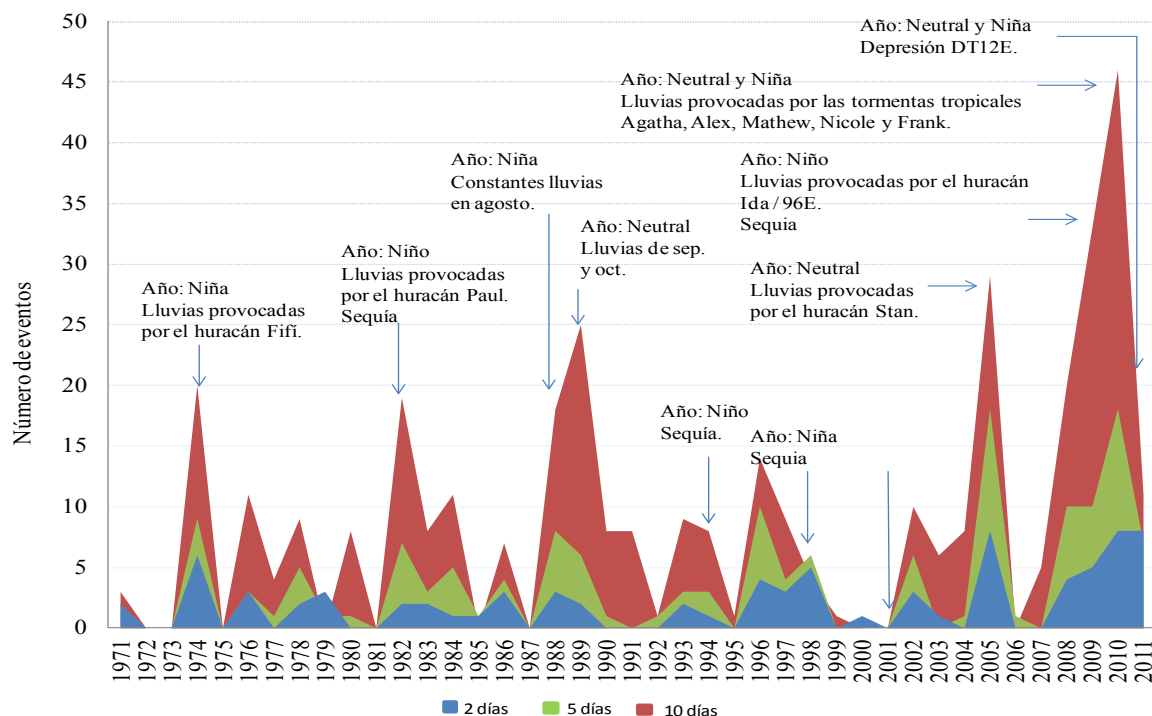
Tabla 2. El Salvador. Ilopango. Número de eventos que sobrepasan un umbral de 100 mm acumulados en 2 días de lluvias, 150 mm acumulados en 5 días de lluvias y 200 mm acumulados en 10 días de lluvias

Periodo	2 días de lluvia	5 días de lluvia	10 días de lluvia
1971-1980	16	20	55
1981-1990	14	35	97
1991-2000	16	27	55
2001-2011	37	71	168

Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Nota: no se incluyó el año 1987 por registros diarios incompletos en ese período, y el año 2011 incluye información hasta el 31 de octubre. El período 2001-2011 incluye un año más.

Gráfico 5. El Salvador. Ilopango. Número de eventos que sobrepasan un umbral de 100 mm acumulados en 2 días de lluvias, 150 mm acumulados en 5 días de lluvias y 200 mm acumulados en 10 días de lluvias



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

Nota: los eventos de sequía son eventos registrados en EM-DAT (2011). No se incluyó el año 1987 por registros diarios incompletos en ese año y el año 2011 incluye información hasta el 31 de octubre.

El aumento de eventos de precipitación diaria extrema se aprecia en los gráficos 6a y 6b de la que muestran cómo los máximos de lluvia registrados en 24 horas pasaron de 120-150 mm durante el Huracán Fifi (1974) en la década de los 70 a extremos de 210-220 mm durante la primera década del siglo XXI durante la Tormenta Tropical Agatha (2010) y la Baja Presión E96/Ida (2009).

Igualmente, se advierte un incremento en las intensidades registradas para cada cinco minutos de lluvia en que los extremos de las intensidades máximas y mínimas se han vuelto más frecuentes (ver Gráfico 7).

Gráfico 6a. El Salvador, Ilopango: Precipitación acumulada en 24 horas en 5% de eventos de mayor precipitación (década de los 70 y de los 2000).

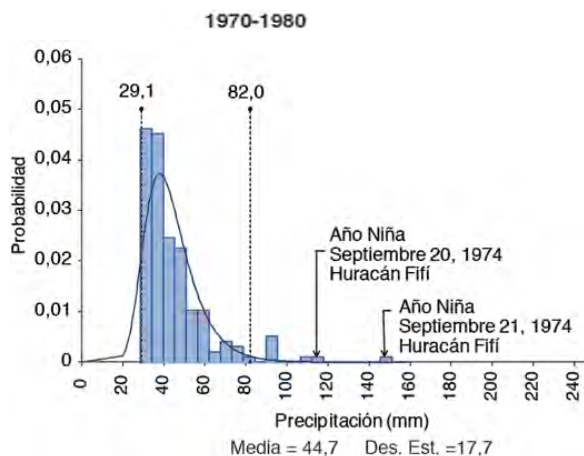
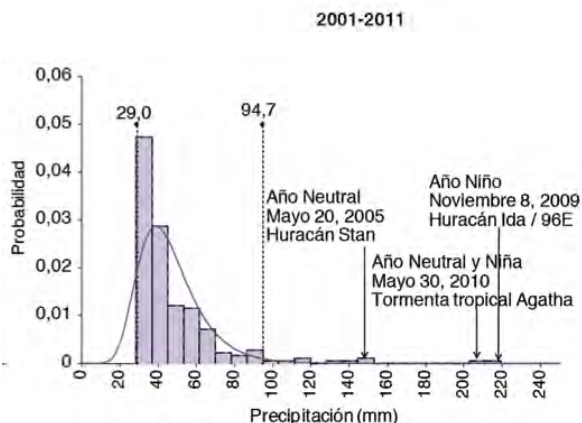


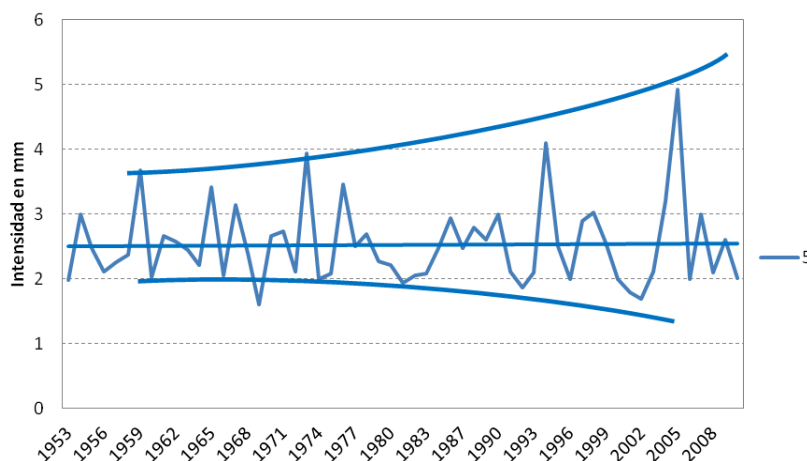
Gráfico 6b. El Salvador, Ilopango: Precipitación acumulada en 24 horas en 5% de eventos de mayor precipitación (década 2001-2011).



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

Nota: se utilizó una distribución de extremos generalizados, máximos ($\geq 95\%$) de precipitación acumulada en 24 horas por década. La última década incluye cifras hasta octubre de 2011.

Gráfico 7. Intensidad de lluvia cada cinco minutos en Ilopango, San Salvador



Fuente: MARN 2012.

1.1.4 Impactos y costos asociados a la variabilidad climática

Como resultado de la variabilidad climática descrita, el país experimenta un régimen temporal y espacial de lluvias anómalas, lo cual tiene fuertes implicaciones para el bienestar, las actividades productivas y para la economía nacional. Los impactos asociados a estos eventos extremos, además de las pérdidas humanas, también están ocasionando efectos severos y acumulativos en la infraestructura social y productiva, exacerbando las condiciones ambientales y eco-sistémicas con repercusiones directas sobre el desarrollo del país.

La variabilidad climática es la principal causa de la fluctuación anual de la producción agrícola en El Salvador como consecuencia de los extremos, tanto de lluvia como de sequía. En el año 2010, las pérdidas por inundaciones en la agricultura superaron los US\$11 millones, y las pérdidas por sequía sumaron US\$38 millones. Los cambios lentos pero inexorables en las condiciones promedio del entorno como temperatura y disponibilidad de agua también afectan este sector, reduciendo su productividad y tornándolo más vulnerable por la mayor incidencia de plagas y enfermedades (PRISMA, 2012b).

Como resultado de esta dinámica, El Salvador experimentó un incremento de desastres vinculados a eventos hidrometeorológicos extremos. Destacan los tres eventos ocurridos en veinticuatro meses entre noviembre de 2009 y octubre de 2011 (Baja Presión E96/Ida, Tormenta Tropical Agatha y Depresión Tropical 12E) que provocaron daños y pérdidas por unos US\$1,300 millones que, en conjunto, representarían el 6% del PIB de 2011, un porcentaje significativo si se considera el desempeño y evolución que ha tenido la economía nacional para ese mismo período (Tabla 3).

Tabla 3. Impactos conocidos más importantes registrados para los últimos eventos hidrometeorológicos extremos en El Salvador

Impactos conocidos	Baja E96/Ida (Nov 2009)	Tormenta Tropical Agatha (Mayo 2010)	Depresión Tropical 12E (Oct 2011)
Muertos	198	12	31
Afectados	122,000	120,000	500,000
Albergados	4,200	14,800	56,400
Precipitación promedio máxima (mm)	483	672	1,513
Precipitación promedio nacional (mm)	248	274	747
Daños y pérdidas (millones US\$)	314.8	112.1	902
Porcentaje de PIB (%)	1.4	0.5	4
Territorio afectado	Región central	Región oriental y zona costera	Zona costera y cade- na volcánica central
Infraestructura vial	132 carreteras	61 carreteras	40% del total
Centros escolares dañados	111	378	947
Centros de salud dañados	28	20	257
Pérdidas en agricultura (millones\$)	27.5	11.4	105.3

Fuente: CEPAL (2011).

Estos datos muestran que el impacto de la variabilidad climática es ya muy significativo en el país. Por ello, El Salvador ha sido clasificado internacionalmente como uno de los países más vulnerables del mundo ante la variabilidad y el cambio climático. La organización Germanwatch elabora anualmente el Índice de Riesgo Climático Global que califica el impacto de los eventos (tormentas, inundaciones, sequías, etc.) sobre los países, con base al número de muertos por cada 100,000 habitantes, y pérdidas en proporción del PIB. El Índice crea un ranking de 177 países. Para 2009, los resultados colocaron a El Salvador en primer lugar de riesgo climático y para el 2011 en el cuarto lugar (Germanwatch, 2010 y 2012).

1.2. Las circunstancias económicas

Los paisajes y las dinámicas territoriales y ambientales del presente en El Salvador muestran la herencia de los distintos modelos económicos implementados en la historia del país: el modelo agroexportador predominó hasta inicios de los años ochenta, la industrialización por sustitución de importaciones de las décadas de los cincuenta a los setenta, y la promoción de exportaciones de maquila y atracción de inversiones desde la década de los noventa (PNUD, 2010). Estos modelos han dejado una huella socio-ambiental que ha contribuido a la alta vulnerabilidad del país y su población frente al cambio climático y la variabilidad climática asociada.

1.2.1 El modelo agroexportador

Este fue el modelo predominante en El Salvador hasta inicios de 1980. Cada producto de exportación obtenido de la tierra contribuyó al estado actual del suelo y los bosques del país (PRISMA, 1995). El cacao, cultivado durante el período colonial, fue el que tuvo menos impacto por no haber

llegado a expandirse tanto como los demás. La ganadería también fue importante para la economía de la época, y en su expansión se eliminaron zonas boscosas en el norte y en la zona costera occidental del país. El añil, el principal cultivo de exportación hasta finales del siglo XIX, se cultivó en todo el territorio pero, sobre todo, en los departamentos del centro, norte y oriente. La degradación ambiental del período colonial, sin embargo, fue consecuencia de algunos polos de industrialización minera en la zona norte (Lindo-Fuentes, H., 2002; y Fernández Molina, J.A., 2005).

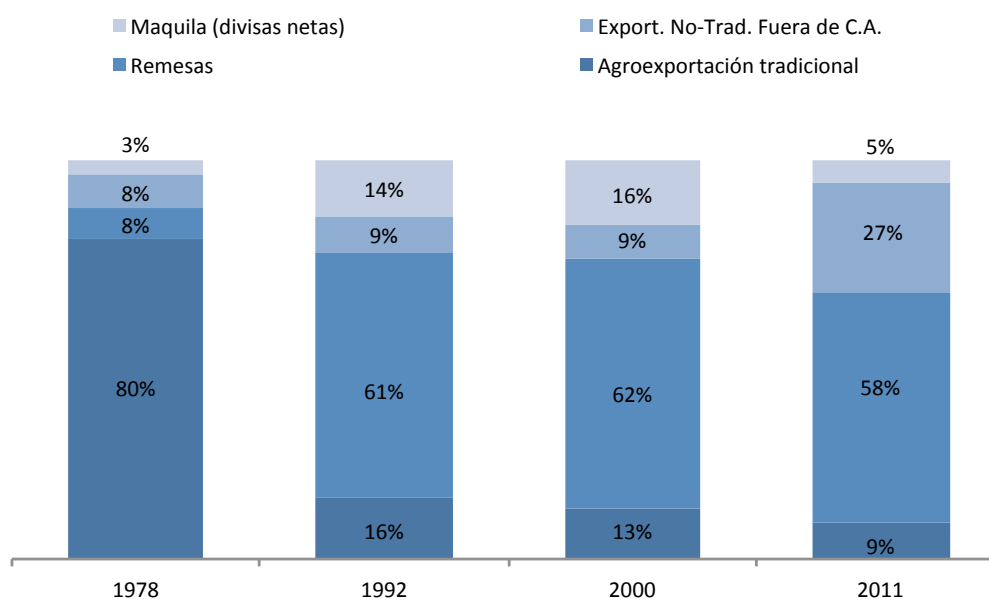
Posteriormente los cafetales sustituyeron amplios bosques en la cordillera volcánica del sur del país, con el atenuante de ser un cultivo que requiere conservar cierta cobertura arbórea para su protección. Este sistema ha continuado hasta la fecha. Actualmente los cafetales bajo sombra representan el tipo principal de sistema productivo con una alta cobertura de árboles (en muchos casos árboles nativos), convirtiéndose en fuente de múltiples servicios eco-sistémicos.

Hacia las primeras décadas del siglo XX, la frontera agrícola se encontraba en las llanuras costeras donde se localizaban vastas porciones de bosque seco y salado, intercaladas con campos abiertos y pastizales. Fue allí donde se expandió el algodón a partir de la década de los años treinta, provocando la deforestación de la mayoría de bosques remanentes y la contaminación del suelo y el agua por el uso intensivo de pesticidas.

Al llegar la década de los años ochenta, el conflicto armado (1980-1992) y una serie de transformaciones sociales provocaron la crisis del modelo agroexportador y el colapso de los medios de vida rurales tradicionales. Según datos del Banco Central de El Salvador, el aporte del sector de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca dentro del PIB se redujo a un 13% (2010). Por otra parte, el aporte del sector agroexportador a la estructura de divisas pasó a ser menor al 10% en 2011 (Gráfico 8).

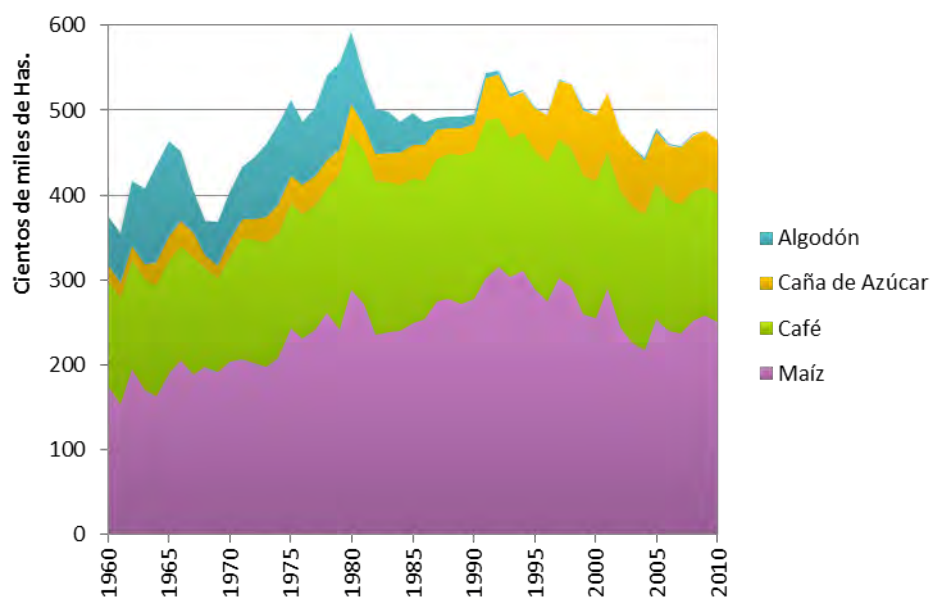
Sin embargo, estos cambios no debieran ocultar que la producción y superficie sembrada de algunos rubros no ha dejado de aumentar en el largo plazo, como en el caso del maíz y la caña de azúcar (ver Gráfico 9). Aunque la economía salvadoreña ya no depende de la agro-exportación como en el pasado reciente, ésta no ha perdido importancia como factor que moldea los paisajes rurales.

Gráfico 8 . El Salvador: cambios en las principales fuentes de divisas (1978-2011)



Fuente: elaboración propia con base a datos del Banco Central de Reserva de El Salvador.

Gráfico 9 . El Salvador: evolución de la superficie de los principales cultivos (1960-2010)



Fuente: elaborado con base a datos de CEPAL.

1.2.2 Industrialización por sustitución de importaciones

En la década de los años cincuenta, se dieron importantes cambios de políticas orientados a impulsar la industrialización del país, proceso que estuvo vinculado al surgimiento de un nuevo rol del Estado, más activo en la promoción del desarrollo económico y la prestación de servicios a la población. Dado el reducido tamaño del mercado interno, la industrialización también estaba ligada a la creación y la vigencia del Mercado Común Centroamericano (MCCA). Tal entorno de políticas se prolongó hasta finales de la década de los setenta y llevó a una expansión de la agroindustria (alimentos, textiles y calzado) y algunos sectores novedosos como la industria farmacéutica.

Otro legado de la época fueron grandes obras de infraestructura como las represas hidroeléctricas, los puertos, los aeropuertos y las carreteras. El modelo industrializador cambió la funcionalidad de los territorios y ensanchó las desigualdades territoriales entre el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) frente al resto del país. La ciudad capital y sus alrededores concentraron la mayoría de los nuevos empleos fabriles y alcanzaron una mejor dotación de servicios públicos y de infraestructura, lo que favoreció la expansión de los sectores medios urbanos. También se observó una importante migración del campo a la ciudad capital, proceso que se intensificó durante los años del conflicto armado.

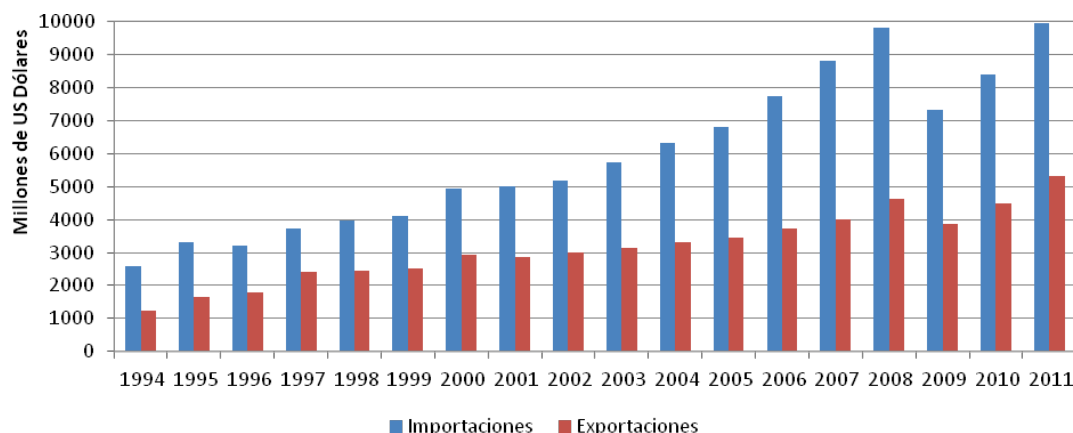
1.2.3 Los años recientes

Las dos últimas décadas se caracterizaron por la pérdida de importancia del sector agroexportador, la expansión de la economía urbana y la importancia de las remesas como complemento o sustituto de los medios de vida rurales asociados a la tierra. Las remesas llegaron a constituirse en la principal fuente de divisas del país.

Si bien la guerra golpeó al sector agroexportador y a la economía rural en general, estas tendencias se profundizaron con el marco de políticas implementadas a partir de 1989, las cuales pretendían promover las exportaciones y atraer inversiones. Los elementos claves del nuevo modelo fueron la reforma del Estado, las privatizaciones de las telecomunicaciones y de la distribución de la energía eléctrica, la desgravación arancelaria, la firma de tratados de libre comercio, el establecimiento de

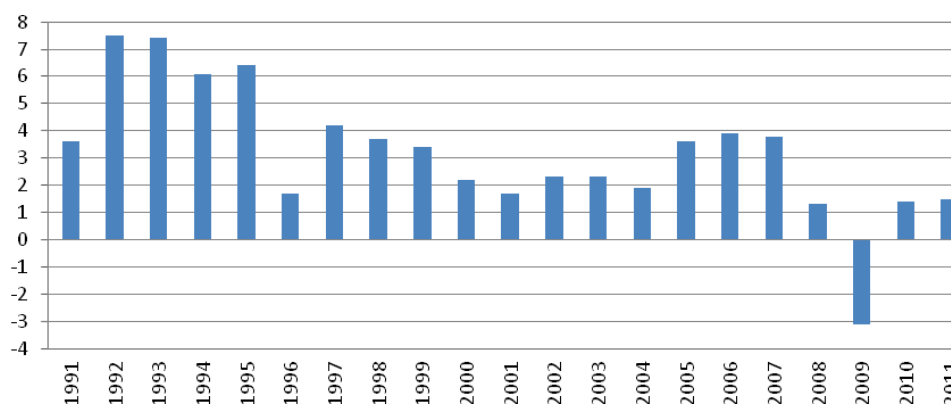
un tipo de cambio fijo y la dolarización. Fueron eliminados los incentivos y estímulos al sector agropecuario, incluida la reducción drástica de las actividades de investigación, extensión y asistencia técnica al sector. En la práctica, el modelo resultó más bien de “promoción de importaciones” con exportaciones que muestran un desempeño mucho más limitado (ver gráficos 10 y 11).

Gráfico 10. El Salvador: importaciones y exportaciones (precios corrientes) 1994-2011



Fuente: elaborado con base a datos de CEPAL.

Gráfico 11. El Salvador: tasa de crecimiento del PIB 1991-2011, a precios constantes 2005



Fuente: Elaborado con base a datos de CEPAL.

En síntesis, entre 1990 y 2010 se consolidó una economía de bajo crecimiento, dependiente de las importaciones y no cimentada en una base productiva competitiva sino en el consumo financiado por remesas y crédito.

1.3. Las circunstancias socio-ambientales: población y territorio

Los modelos de desarrollo implementados en el pasado y las transformaciones económicas y sociales de las décadas recientes se expresan territorialmente en la concentración y la urbanización de la población -especialmente en el sur/centro y occidente/centro del país- y la alta tasa de migración hacia el exterior, principalmente hacia Estados Unidos. Este patrón tomó nuevo ímpetu tras el colapso de los medios de vida rurales en la década de los ochenta, la guerra civil y la situación de estancamiento económico e inseguridad. Actualmente, el 64% de la población vive en zonas urbanas o de alta densidad de población (ver Mapa 4).

La migración y las remesas que los migrantes envían están cambiando las relaciones sociales dentro de las comunidades y de estas con la tierra. El 20% de los hogares reciben remesas y las familias con migrantes, cuentan con más recursos para invertir en educación, vivienda, compras de tierra u otros medios de vida. Las familias sin migrantes, por otra parte, diversifican menos sus medios de vida y mantienen una relación de dependencia más directa con la base de recursos naturales. Esta diferenciación de posibilidades económicas tiene implicaciones para la cohesión social y para las posibilidades de generar procesos locales de gobernanza de los recursos naturales. Por otra parte, las remesas han dinamizado el mercado de tierras, y en determinadas zonas están favoreciendo la urbanización de tierras de uso agropecuario (PRISMA, 2005).

Ilustración 1 . Clima, recursos y territorio en El Salvador

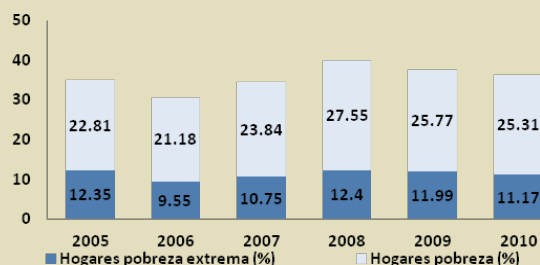
Según las proyecciones de la DIGESTYC para el año 2012, El Salvador, con solo 20,742 km2, alberga más de 6 millones de habitantes (6,251,495), de los cuales el 64% se localiza en las áreas urbanas, mientras que el 36% restante corresponde a la población rural. En ambos casos, la tasa de desempleo representa el 6.6%, con una tasa de subempleo urbana que alcanza el 32.7%. Otros indicadores relevantes se presentan a continuación:

Indicador	Urbano	Rural	Nacional
Pobreza y pobreza extrema	35.4% y 8.9%	50.2% y 18.4%	40.6% y 12.2%
Analfabetismo	8.2%	20.7%	12.8%
Remesas	11.8% total de hogares US\$177.48	8.5% total de hogares US\$164.24	20.3% total de hogares

Fuente: Ministerio de Economía-Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC) (2009 y 2012).

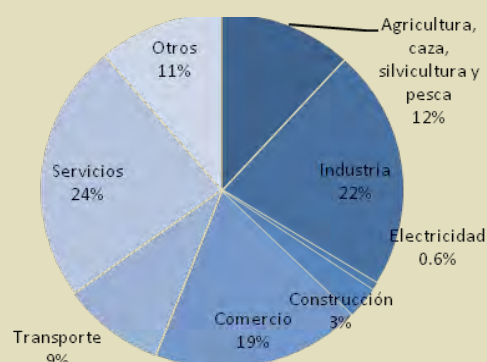
Clima y pobreza

La población más pobre es la más vulnerable al cambio climático, ya que éste afecta directamente sus medios de vida. El 88.7% del territorio de El Salvador se considera como área de riesgo y tiene la más alta tasa de población bajo riesgo (95.4%). De no ponerse en práctica medidas de adaptación, los impactos del cambio climático podrían aumentar los niveles de pobreza y la vulnerabilidad.



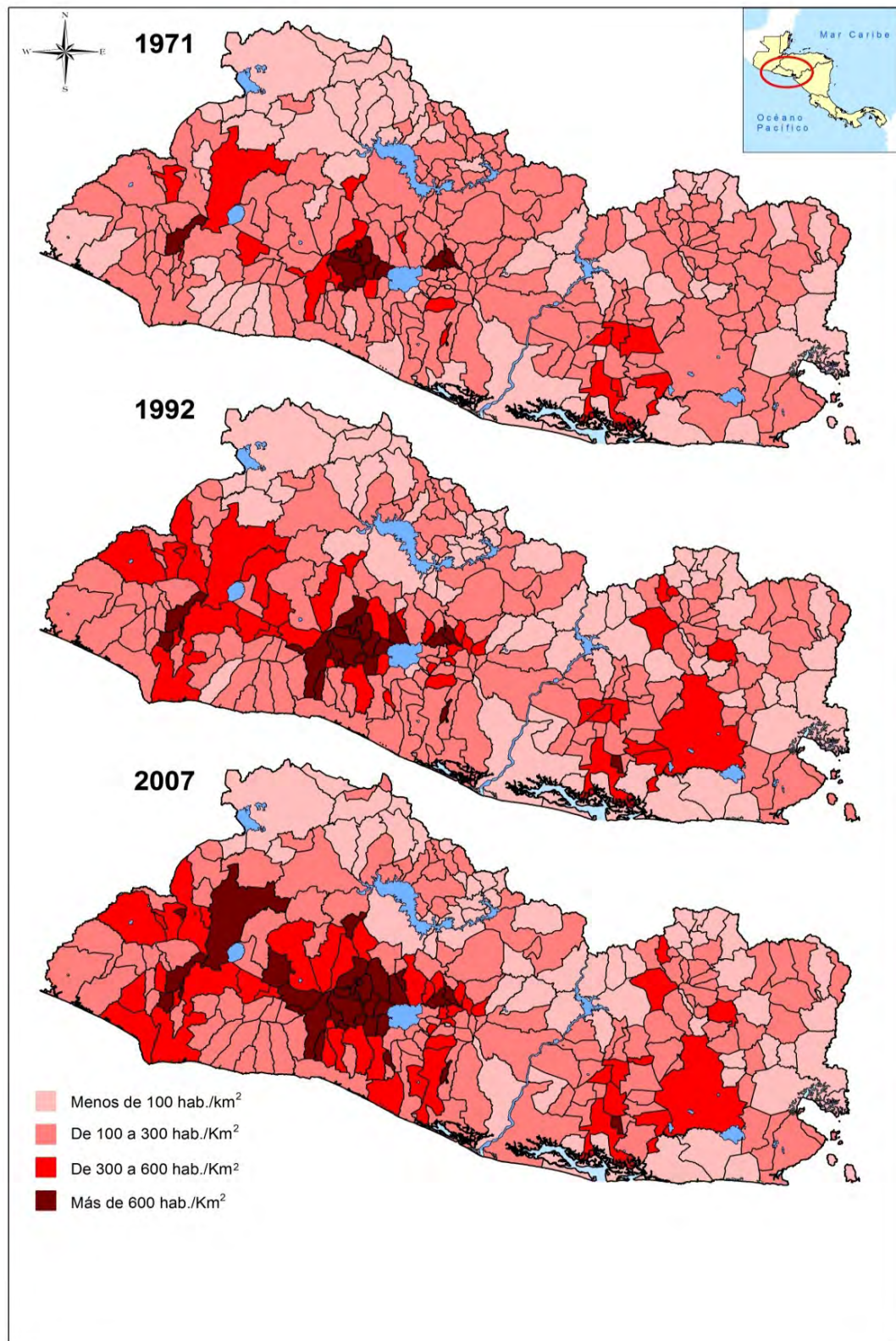
Clima y actividades económicas

Del total del PIB, el 96.4% está vinculado a áreas de riesgo, y el 12% depende de actividades sensibles a los cambios en el clima.



Fuentes: MINEC 2011. OCHA UNDAC 2010

Mapa 4. Proceso de concentración poblacional entre 1971 y 2007, según censos de población



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (MARN), según censos de población 1971, 1992 y 2007 de la DIGESTYC.

Las dinámicas económicas y demográficas mencionadas están cambiando los perfiles de degradación ambiental. Por una parte, los últimos veinte años muestran un cambio con respecto a la dinámica tradicional de deforestación asociada a la agricultura, evidenciándose la existencia simultánea de procesos de regeneración boscosa y deforestación. Mientras la deforestación predomina en zonas de creciente concentración poblacional, industrial y comercial, la regeneración predominante se observa en la zona norte. Esto se explica por una menor demanda de tierra agrícola y un aumento de la demanda de tierra para urbanizar (Hecht, S. y Saatchi, S., 2007).

Por otra parte, se han intensificado las situaciones de degradación y vulnerabilidad ambiental de tipo urbano. Los asentamientos más pobres de la ciudad capital, incluso algunas urbanizaciones de clase media, viven expuestos a riesgos de inundación y deslizamientos por estar asentados en laderas y márgenes de quebradas. Los habitantes de las ciudades también experimentan problemas de abastecimiento de agua; al mismo tiempo, las zonas de recarga hídrica, como los cafetales de sombra en el área metropolitana, continúan siendo impermeabilizadas o expuestas a la infiltración de contaminantes. Tanto la vulnerabilidad urbana como el problema de acceso al agua se verán agravados como consecuencia de los impactos esperados del cambio climático en el país.

Otra problemática asociada a la urbanización es el incremento y la falta de tratamiento de desechos sólidos, dinámica favorecida por el auge del consumo financiado por el fuerte influjo de remesas. No obstante el nuevo rostro urbano de la degradación ambiental, persisten las formas de degradación asociadas a la dualidad heredada del viejo modelo agroexportador, tanto en las grandes explotaciones agrícolas y ganaderas, como en la pequeña producción campesina que se desarrolla en tierras marginales.

1.4. Condiciones de vulnerabilidad

El concepto de vulnerabilidad implica que, ante amenazas similares, poblaciones o sectores diferentes sufren impactos distintos, así como gozan de diferentes grados de resiliencia para recuperarse después de ese impacto. La vulnerabilidad está muy ligada al desarrollo humano debido a que poblaciones con mejores ingresos, educación y salud tienen mayor capacidad de adaptación. Por ello, la evaluación de la vulnerabilidad es un aspecto que cobra creciente significado en los estudios sobre impactos y adaptación a cambio y vulnerabilidad climática.

Como primer paso se ha realizado una sistematización de los análisis disponibles sobre la vulnerabilidad en sus componentes físico, ambiental y socioeconómico de las distintas regiones y sectores. La información obtenida permite comprender, de manera global la situación de vulnerabilidad del país, resaltando aquellas condiciones que crean desventaja en las sociedades y son obstáculo tanto para la consecución de su desarrollo como para incrementar la resiliencia y de esa manera tener mejores herramientas para la adaptación al cambio climático. El conocimiento de esos factores brinda la oportunidad de plantear estrategias para potenciar las condiciones deseadas y reducir entonces la vulnerabilidad (Ver Anexo I).

En los estudios regionales y municipales analizados, las principales amenazas son deslizamientos e inundaciones. El manejo de aguas negras, la escolaridad promedio en años aprobados, la proporción de hogares en condición de hacinamiento y el grado de urbanización son factores que elevan la vulnerabilidad social de las poblaciones estudiadas. La vulnerabilidad ambiental es elevada, debido al desequilibrio entre el uso del suelo agrícola y la falta de cobertura arbórea. Los procesos de urbanización y el avance de la frontera agrícola potencian esta vulnerabilidad.

Los ecosistemas de cafetales contribuyen a prevenir deslizamientos. Las inversiones para mejorar las condiciones de infraestructura, socioeconómicas y ambientales de la población contribuyen a disminuir la vulnerabilidad. El desarrollo de estrategias para reducir la vulnerabilidad contribuye a reducir eventuales gastos por exposición a efectos ligados con el cambio climático.

La información existente debe complementarse con otros estudios que analicen las relaciones entre los impactos del cambio climático y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, estimaciones de costos, investigaciones sobre vulnerabilidad futura y análisis de la percepción de los pobladores. Es importante realizar estudios que permitan un conocimiento preciso de la situación actual de las cuencas, profundizar en los estudios marino-costeros e identificar puntos críticos de riesgo. Se deben mejorar los sistemas de información meteorológica, hídrica y geológica, necesarios para el análisis de vulnerabilidad. Además, es importante implementar sistemas de indicadores periódicos que favorezcan un análisis continuo de las condiciones de vulnerabilidad y orienten la toma de decisiones.

1.5 Implicaciones para la política pública

El actual Gobierno de El Salvador reconoce que la superación de las condiciones de degradación y vulnerabilidad descritas, demanda un cambio de modelo económico y social hacia un modelo de desarrollo productivo, eficiente, incluyente y sostenible. El Gobierno reivindica la función redistributiva del Estado y busca también transformar el sistema fiscal hacia un esquema más progresivo. Los resultados positivos de diversos programas son evidentes pero también sus límites, pues han significado mayores niveles de gasto público en el marco de un régimen tributario rígido y una situación fiscal caracterizada por el endeudamiento.

Ante esa situación, existe un amplio reconocimiento de que es necesario reactivar el crecimiento económico como condición necesaria para mejorar los ingresos fiscales y ampliar la carga tributaria del país y fortalecer los programas sociales. Para ello, el Gobierno ha creado una estrategia basada en desarrollar condiciones macroeconómicas que favorezcan la inversión privada, al tiempo que ha implementado políticas de fomento productivo orientadas a la ampliación y la diversificación de la base empresarial del país, facilitando el surgimiento de nuevos actores económicos.

Esta estrategia plantea retos socio-ambientales y económicos. Por una parte, el nuevo marco de incentivos para promover el desarrollo de servicios logísticos, turismo, industria y agroindustria conlleva potenciales riesgos e impactos socio-ambientales asociados al cambio del uso del suelo (particularmente en zonas de vulnerabilidad climática como la zona costero-marina) y el incremento de la demanda y los conflictos por el control de recursos importantes como el agua (para riego, uso doméstico y producción de energía), entre otros. Por otra parte, la reactivación económica tiene el gran reto de ser coherente con los desafíos de la adaptación al cambio climático. Los costos de no hacerlo ya se hicieron evidentes en los primeros tres años del actual Gobierno. Así, para el periodo 2009-2013, fue necesario destinar unos US\$267.4 millones para financiar actividades de prevención, mitigación, respuesta ante emergencias, y rehabilitación y reconstrucción (Banco Mundial, 2010). En este contexto los temas de cambio climático, gestión de riesgos y reducción de la vulnerabilidad se han posicionado en la agenda nacional y en las agendas sectoriales.

Capítulo II



Inundación durante la Depresión Tropical 12E, octubre 2011

Escenarios Climáticos y Vulnerabilidad

Capítulo I I

Escenarios climáticos y vulnerabilidad

Este capítulo presenta los escenarios de cambio climático más relevantes que se han desarrollado hasta el momento para El Salvador. Aunque estos escenarios todavía tienen un significativo grado de incertidumbre, particularmente para la lluvia, son una herramienta importante que permitirían anticipar los rangos de probables consecuencias del cambio climático, identificar vulnerabilidades y orientar las respuestas de gestión pública para prevenir o reducir los impactos negativos.

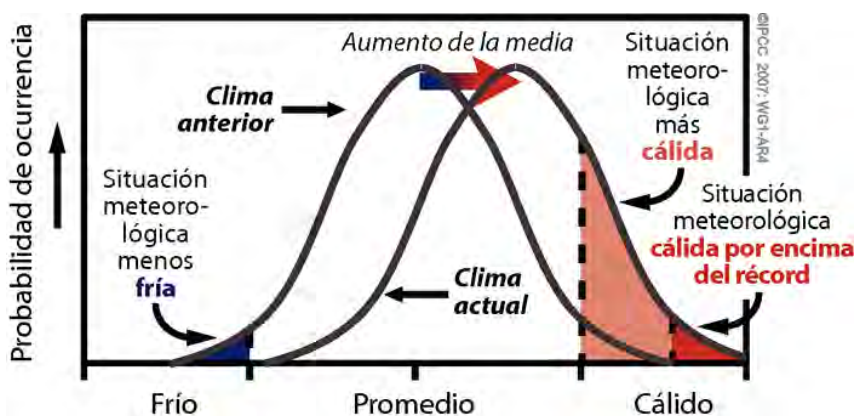
2.1. Eventos extremos y su atribución al cambio climático

Considerando la alta vulnerabilidad de El Salvador a los eventos climáticos extremos, es de suma importancia monitorear, comprender su dinámica y establecer hasta qué punto el cambio climático está contribuyendo a su exacerbación de dichos eventos.

El informe sobre eventos extremos del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC de 2012, concluye que hay una certeza mediana de que las influencias antropogénicas hayan contribuido a la intensificación de precipitación extrema a escala global y que en el futuro se intensificarán las sequías en algunas zonas, incluyendo a Centroamérica, debido a reducciones en la lluvia y/o aumentos en la evapotranspiración (IPCC, 2007d; IPCC, 2012).

Según el mencionado informe, cambios en los extremos pueden asociarse a cambios en la media, la varianza o la forma de las distribuciones de probabilidad o todos estos indicadores en conjunto (ver Figura 2). También, considera que algunos extremos climáticos como sequías o deslaves pueden ser el resultado de una acumulación de eventos que, de forma individual, no son necesariamente “eventos extremos”. Finalmente, observa que la variabilidad natural seguirá siendo un factor importante en extremos futuros, adicional al efecto de los cambios climáticos asociados a actividades antropogénicas (IPCC, 2012).

Figura 2. Efecto del aumento de la temperatura media sobre las temperaturas extremas.



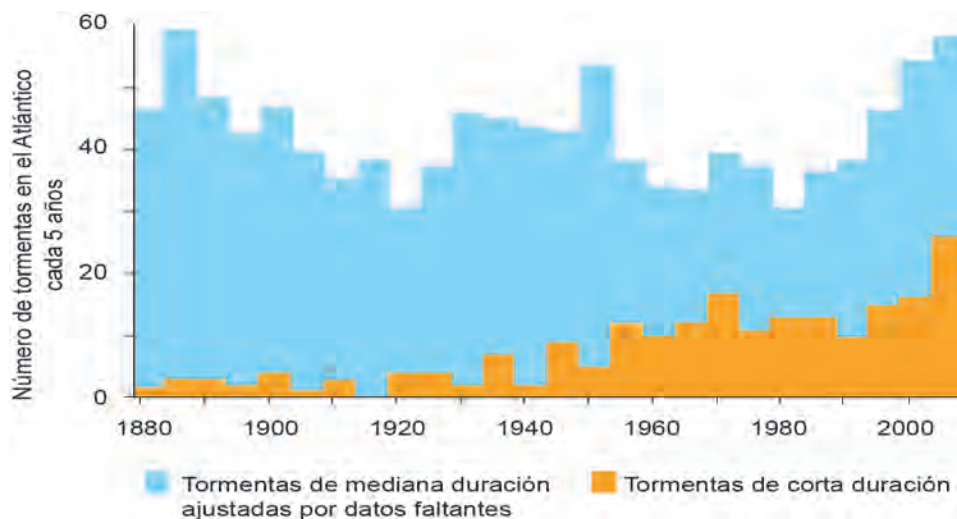
Fuente: IPCC, 2007.

En este sentido, es importante monitorear las tendencias actuales de cambio tanto en la media como en la variabilidad, al mismo tiempo que se desarrollan escenarios de cambio climático los cuales servirán para estimar tendencias futuras y sus potenciales impactos.

Como se mostró en el Capítulo I, El Salvador, ya cuenta con algunos análisis que evidencian la variabilidad climática, especialmente extremos en la precipitación. En el ámbito internacional hay

evidencia de largo plazo sobre el patrón de tormentas tropicales, especialmente en el Atlántico. El Gráfico 10 muestra que la frecuencia de las tormentas tropicales de corta duración (menos de dos días) en este océano ha aumentado, sobre todo desde 1960. Ahora bien, las tormentas de duración moderada presentan una posible fluctuación, cambiando su tendencia desde la década de los años 60 y llegando a su máximo histórico en los últimos años. Actualmente, la comunidad científica está atenta a los indicios de que este indicador se salga de su rango histórico en los próximos años.

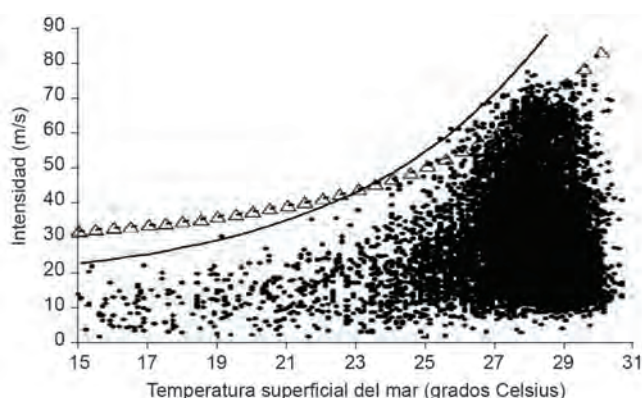
Gráfico 10. Océano Atlántico: número de tormentas según duración (moderada y corta) 1878 - 2006 (en número de tormentas cada cinco años por duración moderada (celeste) y corta (naranja).



Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, NOAA, 2010.

En cuanto a la intensidad de estos fenómenos, existe una evidencia cada vez más sólida respecto a su relación con el calentamiento global. Se estima que los océanos han absorbido alrededor de 20 veces más calor que la atmósfera, durante el último medio siglo, provocando temperaturas más altas en aguas superficiales y profundas (Barnett, T. et al., 2005; Levitus, S., J. Antonov y T. Boyer, 2005). En los casos del Océano Pacífico y del Mar Caribe, que influyen en el clima de Centroamérica, sus temperaturas superficiales han ido en aumento durante los últimos cien años. Ello contribuye a la mayor intensidad de ciclones tropicales sobre el océano, como es ilustrado en el Gráfico 11 (Zeng et.al., 2007; Emanuel, K., 1987; Holland, G., 1997; Henderson-Sellers, A. et al., 1998).

Gráfico 11. Océano Pacífico: intensidad de ciclones y temperatura de la superficie del mar (intensidad en metros por segundo y temperatura en grados celsius)



Nota: de acuerdo con
De María, M. y J. Kaplan, 1994.
Fuente: (Zeng, Z., Y. Wang y
C. Wu, 2007)

- Relación entre intensidad de los ciclones tropicales y temperatura de la superficie del mar
- ▲ Intensidad máxima potencial *
- Intensidad máxima potencial como función de la temperatura de la superficie del mar

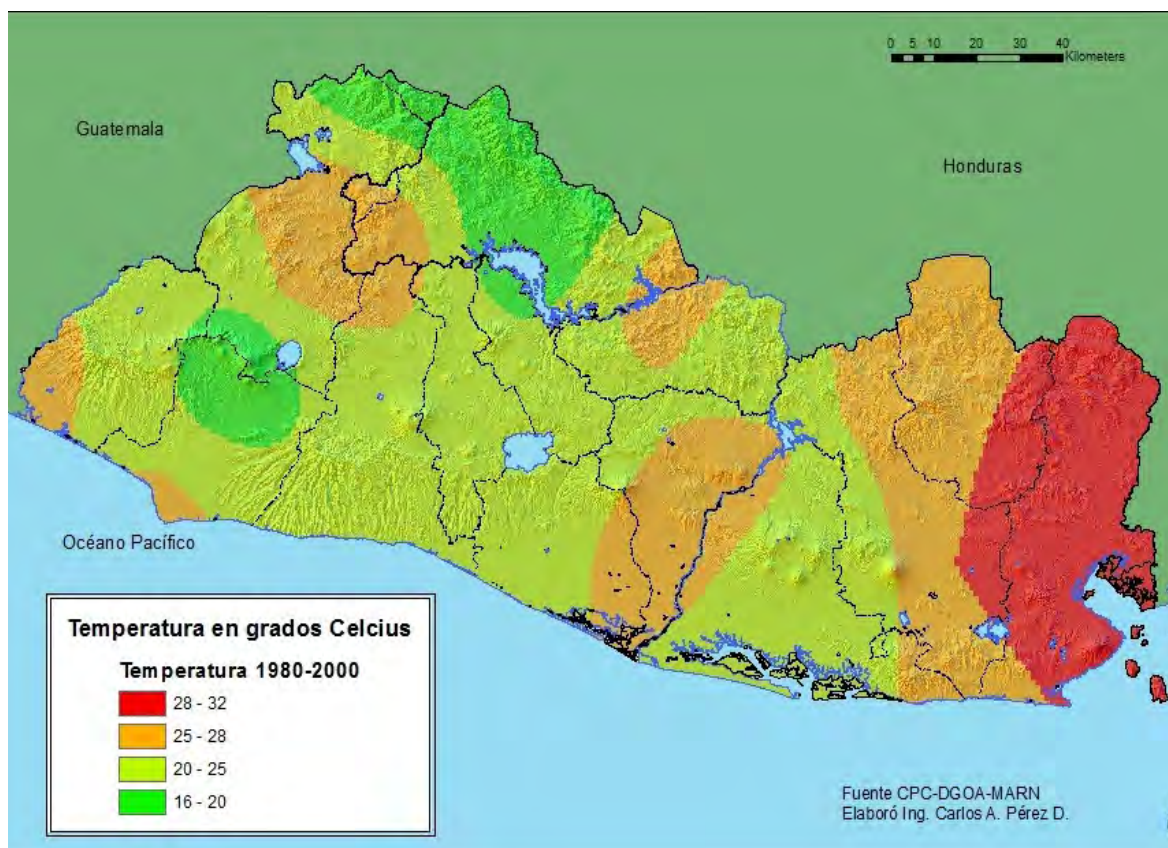
Respecto a la distribución espacial de los eventos ciclónicos tropicales, históricamente los territorios más expuestos han sido los de la costa del Caribe. Sin embargo, los huracanes del Caribe atraen la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) hacia el norte de Centroamérica, la cual provoca temporales (serie de días con lluvias intensas o con acumulados altos), generando inundaciones y deslizamientos en zonas más amplias que las afectadas directamente por un huracán, como fue el caso del Huracán Mitch en 1998.

Además, como se evidenció en el Capítulo I, han aumentado los eventos que directamente impactan a El Salvador y que tienen su origen en el Océano Pacífico, cuando históricamente habían sido los generados en el Océano Atlántico los que más afectaban. Por lo general, los del Pacífico se formaban en una latitud cercana a la costa de México, con trayectoria hacia el norte, pero en los últimos años se desarrollaron mucho más cerca de El Salvador, como fue el caso de Andrés (1997), Adrián (2005), Alma (2008) y Agatha (2010).

2.2. Tendencias históricas de temperatura y precipitación

El Salvador, está situado en la parte norte de Centroamérica, en el exterior del cinturón climático de los trópicos. Durante el año calendario, los cambios en la temperatura son pequeños. El periodo más cálido en El Salvador es el de marzo-abril, que corresponde al tiempo de transición entre la época seca y la lluviosa. El resto del año la temperatura es afectada por la modulación del viento del este y por una mayor cobertura nubosa. La temperatura también se ve determinada por la topografía del país, con temperaturas más altas en las zonas de sabana tropical caliente o tierra caliente en elevaciones desde 0 a 800 msnm, pasando por la sabana tropical calurosa o tierra templada en elevaciones desde 800 a 1,200 msnm y tierras frías para elevaciones que van de 1,200 a 2,700 msnm (MARN, 2011b).

Mapa 5 . Mapa de temperatura promedio anual 1980-2000



Fuente: MARN

Usando el método “spline” a partir de datos del período de 1980 a 2000, se ha generado un mapa de temperatura media anual (Ver Mapa 5). Los datos provienen de una serie histórica de 22 estaciones climatológicas.

Es importante destacar que la temperatura promedio en El Salvador aumentó 1.3 °C con relación a la temperatura promedio de la década de los cincuenta del siglo pasado y que el mayor aumento se dio a partir de los años noventa (Ver Tabla 4 y Gráfico 12). Así la temperatura promedio pasó de 24.2 °C en el periodo 1950-1959 a 25.5 °C de 2000-2006.

Tabla 4. El Salvador: temperatura media en grados centígrados y su variación por periodo (1950 a 2006)

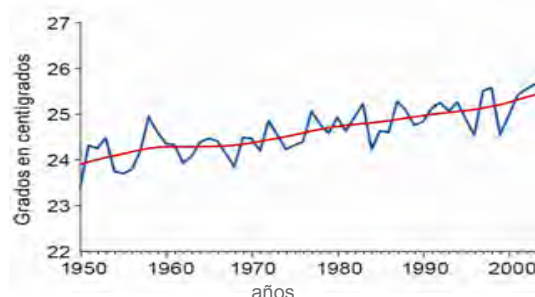
Periodo	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2006
Temperatura media (°C)	24.2	24.3	24.6	24.8	25.1	25.5
Variación (°C)		0.1	0.3	0.2	0.3	0.4

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a. utilizando la base de datos CRU TS 3.0 (Climatic Research Unit) de la Universidad de East Anglia que contiene valores mensuales de algunas variables climáticas con una resolución de 30 minutos de arco para el periodo 1901-2006.

Nota: la variación corresponde al periodo anterior.

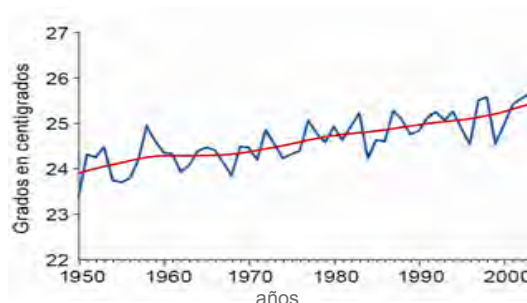
La precipitación acumulada anual registrada en El Salvador ha tenido una alta variabilidad, oscilando entre un mínimo de 1,274 mm y un máximo de 2,310 mm entre 1950 y 2006 (Ver Gráfico 13).

Gráfico 12 El Salvador: temperatura media anual y su tendencia, 1950- 2006



Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a.
Nota: la línea continua representa que la tendencia de la serie aproximada por el filtro Hodrick-Prescott (Hodrick, R. y E. Prescott, 1997).

Gráfico 13 . El Salvador: Precipitación acumulada anual en milímetros y su tendencia, 1950 a 2006



Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a.
Nota: la línea quebrada muestra las observaciones anuales y la línea continua representa la tendencia de la serie aproximada por el filtro Hodrick-Prescott (Hodrick, R. y E. Prescott, 1997).

2.3. Escenarios de cambio climático para El Salvador

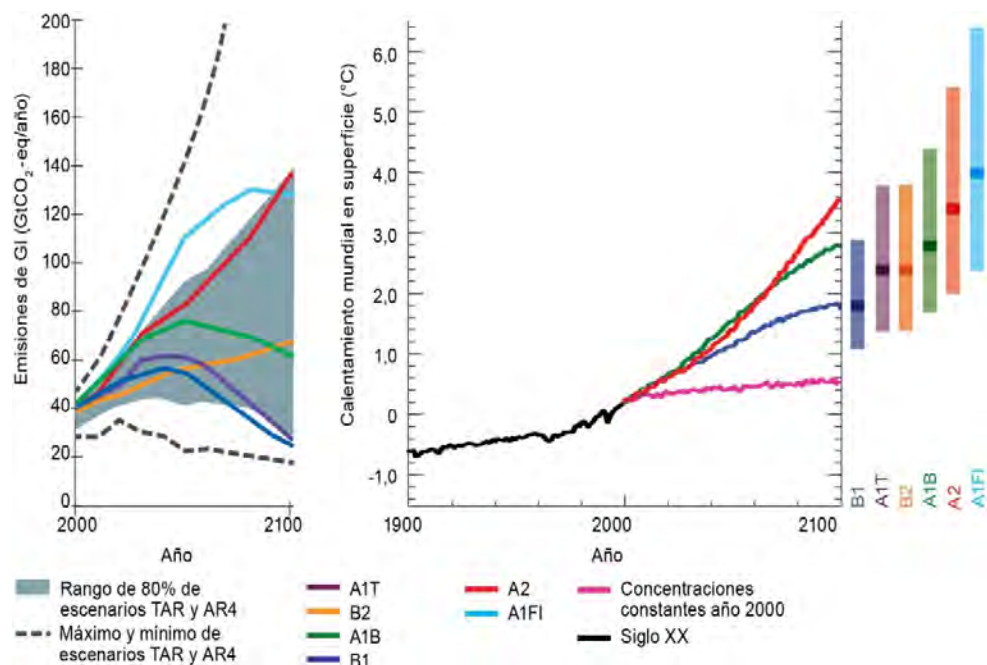
En el año 2000, el IPCC publicó su tercera generación de escenarios en un Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (Nakicenovic, N. et al., 2000), que fueron utilizados por el Tercer Informe de Evaluación (TAR) y el Cuarto Informe de Evaluación (AR4)¹. Los escenarios, agrupados en familias, establecen pautas de desarrollo diferenciado futuro de la sociedad humana que podrían influir en los futuros niveles potenciales de emisiones (ver Gráfico 14).

El escenario más pesimista -A2 - proyecta un aumento continuo de las emisiones globales de GEI, lo que resulta en un mayor incremento de la temperatura y una disminución sustancial de la lluvia en la mayor parte de Centroamérica, salvo en regiones de Costa Rica y Panamá. Este escenario advierte altos riesgos para El Salvador si la comunidad internacional no reduce la trayectoria actual de emi-

¹ El Salvador y Centroamérica, en el marco de las primeras Comunicaciones Nacionales, generaron a partir de 1997 sus primeras proyecciones climáticas utilizando para ello los escenarios de emisiones IS92 de 1996 del IPCC. Posteriormente, se han usado los escenarios propuestos por el Tercer Informe del IPCC sobre emisiones y el programa MAGICC/SCENGEN (Hulme, M. et al., 2000; Hulme, M. y N. Sheard, 1999).

siones de GEI en el ámbito global.² El escenario menos pesimista - B2 - prevé una disminución menor de la lluvia en la mayor parte de la región y un incremento menor de la temperatura, suponiendo una trayectoria de emisiones de GEI menor que la del escenario A2.³

Gráfico 14 . Mundo: escenarios de emisiones de GEI y proyecciones de temperatura asociadas, 2000-2100 (en GtCO₂ equivalente al año y en grados celsius).



Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC (2007))

Los principales resultados obtenidos bajo dos iniciativas distintas para Centroamérica y El Salvador se presentan en las Tablas 5 y 6, respectivamente. En la primera tabla, se presentan los resultados del proyecto AIACC que estimó un aumento de la temperatura de 2.6°C bajo el escenario B2 y de hasta 3.6°C bajo el escenario A2 para Centroamérica en 2100 relativo a 1976. El incremento del nivel del mar sería lento a principios del siglo y más acelerado a mediados de éste, llegando a entre 37 y 44 cm para 2065. También se proyecta una disminución de los niveles de precipitación al norte de Honduras, en contraste con un aumento en el Caribe sur occidental, incluyendo partes de Costa Rica y Panamá.⁴

Para El Salvador, la iniciativa Economía del Cambio Climático en Centroamérica, ECCCA estima para 2100, un aumento probable de 2.6°C, bajo el escenario B2 y de hasta 4.7°C, bajo el escenario A2, tomando como base la climatología del período 1980-2000 (Tabla 6). Para el 2030 en ambos escenarios se proyecta un incremento cercano a 1°C y a partir de este corte, los dos escenarios se van diferenciando, con mayores aumentos en A2. Estos resultados se ilustran en la Figura 11, con los tres modelos utilizados en la generación de estos escenarios.

² Los supuestos básicos de este escenario son de una población mundial creciente donde los patrones de fertilidad humana de las regiones convergen lentamente, el desarrollo económico se enfoca en el ámbito regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico evolucionan de forma lenta y fragmentada.

³ Sus supuestos básicos apuntan a un modelo de desarrollo orientado a soluciones económicas, sociales y ambientales locales; un crecimiento de la población mundial menor que en A2 y un desarrollo económico moderado. La materialización de este escenario probablemente requerirá un acuerdo y acciones internacionales para reducir substancialmente las emisiones globales de GEI a corto plazo.

⁴ El proyecto Impacts and Adaptation to Climate Change and Extreme Events in Central America, coordinado por el Comité Regional de Recursos Hídricos (CRRH), Ver Fernández, W., J. Amador y M. Campos 2006.), que obtuvo posibles escenarios de temperatura y aumento de nivel del mar para los años 2050, 2065 y 2100, usando cinco modelos climáticos de circulación general

Tabla 5. Centroamérica: cambios pronosticados en temperatura y el nivel del mar en escenarios A2 y B2, 2050 a 2100 (en grados celsius y centímetros)

Aumentos	2050		2065		2100	
	A2	B2	A2	B2	A2	B2
Aumento de temperatura (°C)	1.5	1.5	-	-	3.6	2.6
Aumento en el nivel del mar (cm)	18	18	37	44	-	-

Fuente: Echeverría, B., 2004.

Nota: las variaciones en temperatura son en base a 1976, punto medio del escenario climático de referencia 1961-1990.

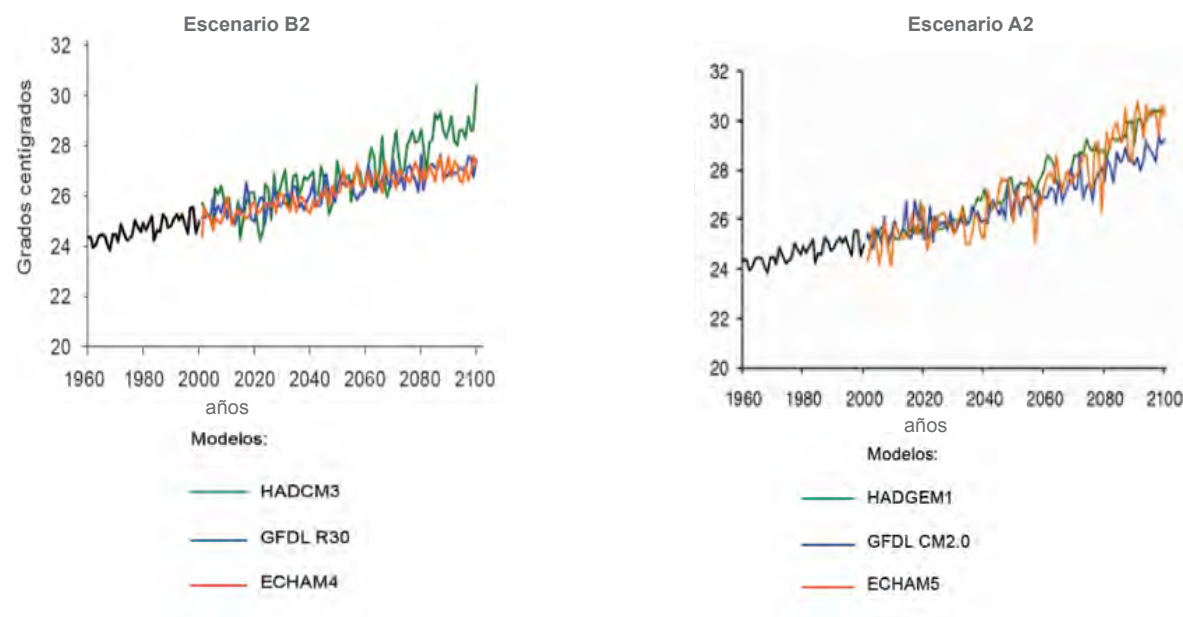
Tabla 6. El Salvador: cambio de temperatura media, escenarios B2 y A2, promedio de los tres modelos, 1980-2000 a 2100 (en grados celsius).

Escenario	2020	2030	2050	2070	2100
B2	0,53	0,97	1,40	1,97	2,63
A2	0,77	0,93	2,03	2,90	4,73

Nota: tomando en cuenta el criterio de representatividad sugerido por IPCC, se escogieron modelos que tuvieran un rango en posibles aumentos de temperatura y que proporcionaran incrementos y reducciones de precipitación. Se utilizaron los modelos ECHAM 4, HADCM3 y GFDLR30, para B2, y ECHAM5, HADGEM1 y GFDL CM2.0, para A2. Se tomó como referencia la climatología del periodo 1980-2000, generada a partir de la base de datos del CRU TS 3.0.

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a.

Gráfico 15. El Salvador: temperatura media anual, escenario B2 y A2, 1960 a 2100 (en grados celsius)



Nota: ver nota de Tabla 3.

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a.

En cuanto a la precipitación, la Tabla 7 y el Gráfico 16 muestran los cambios estimados en el acumulado anual bajo los escenarios B2 y A2 a 2100. El escenario B2 prevé un aumento en los próximos años de un 5%, una posterior reducción de entre -3% y 0% hasta 2070 y una reducción del 11% para finales del siglo. Bajo el escenario A2, la precipitación anual en las próximas décadas podría reducirse entre -3% y -1%, pero luego las reducciones son más severas alcanzando más del 15% para 2050 y 2070 y más del 30% para finales de siglo. En ambos escenarios el modelo Hadley estima reducciones incluso mayores.

Los escenarios disponibles también permiten estimar cambios previstos en los patrones de temperatura y precipitación para El Salvador durante los diferentes meses del año.

En el Gráfico 17, se destaca el progresivo aumento de la temperatura en todos los meses bajo los dos escenarios, pero el mes con más alta temperatura es abril en el escenario B2, mientras que es julio, en la segunda mitad del siglo bajo el escenario A2.

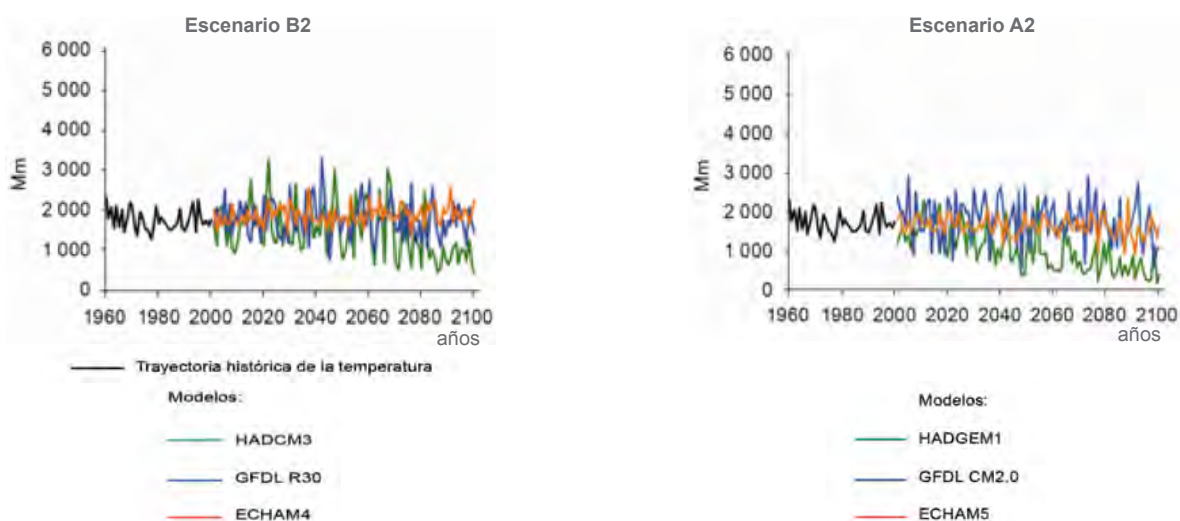
Tabla 7. El Salvador: cambio de precipitación media anual, escenarios B2 y A2, promedio de los tres modelos, 1980-2000 a 2100 (en porcentajes)

Escenario	2020	2030	2050	2070	2100
B2	5,40	-3,53	-2,44	0,43	-11,03
A2	-2,67	-0,63	-15,23	-15,73	-31,27

Nota: ver nota de Tabla 4. Para la anomalía del modelo HADCM3 se tomó la del año 2099, ya que el modelo no incluye pronóstico para el año 2100. Para calcular las anomalías se tomó el clima del año señalado respecto a la climatología 1980-2000, generada a partir del modelo referido.

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a.

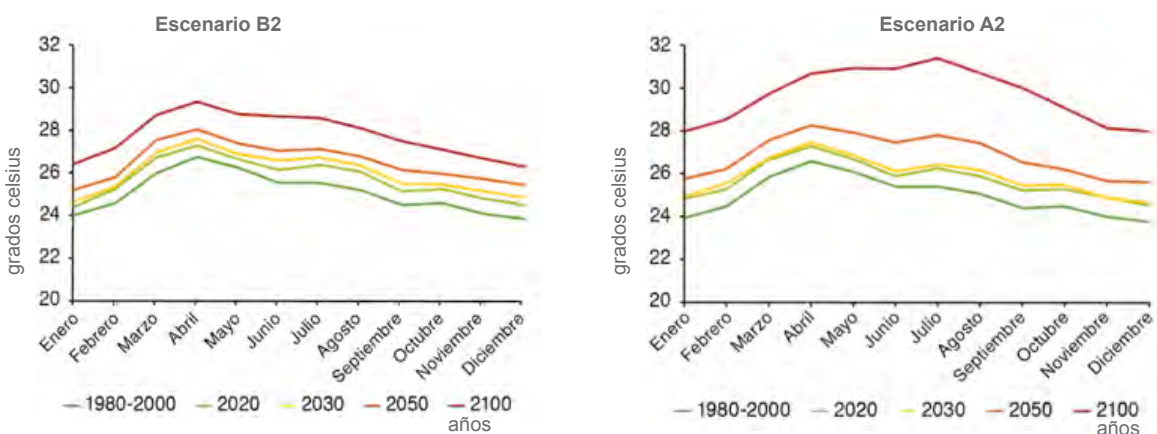
Gráfico 16 . El Salvador: precipitación acumulada anual, escenario B2 y A2, 1960 a 2100 (en grados celsius)



Nota: ver nota de Tabla 4.

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a.

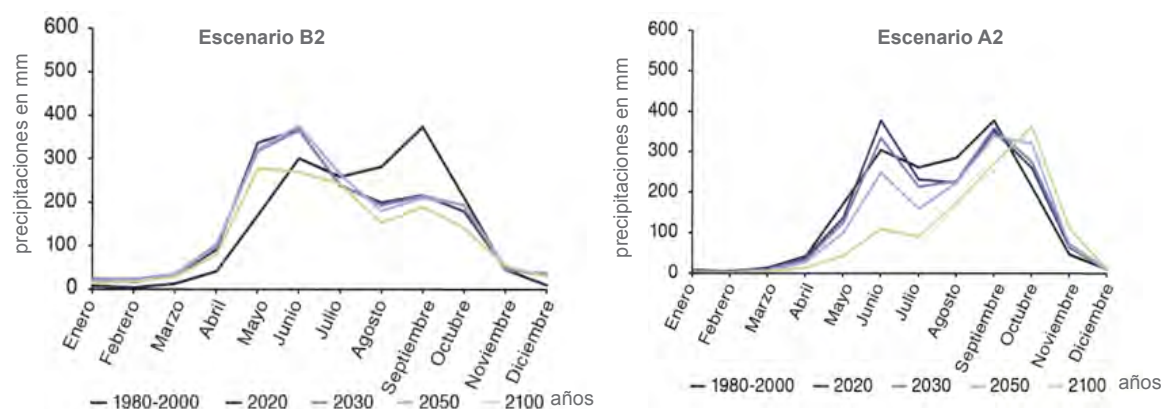
Gráfico 17 El Salvador: temperatura media mensual en grados centígrados, escenarios B2 y A2 (promedio 1980-2000 a 2100)



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

El mismo análisis para la lluvia se presenta en el Gráfico 18. El patrón histórico bimodal de precipitación en el periodo 1980-2000, caracterizado por una temporada de lluvia de mayo a octubre con un mayor nivel en septiembre y un periodo de menor precipitación -la canícula- en julio y agosto, también se modificaría.

Gráfico 18 . El Salvador: precipitación mensual en milímetros, escenarios B2 y A2 (promedio 1980-2000, a 2100)



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

Bajo el escenario B2 el inicio de la lluvia podría adelantarse un mes en la próxima década, la época lluviosa sería más copiosa entre abril y julio, con el máximo anual en junio. Este cambio se mantendría hasta casi el final del siglo cuando regresaría a los niveles históricos, con un máximo en mayo. Al mismo tiempo se pasaría del patrón bimodal a un patrón más bien unimodal pues entre septiembre y octubre se reduciría la precipitación en las próximas décadas haciendo menos evidente la canícula. Bajo el escenario A2 se acentuaría la canícula en julio y agosto en las próximas décadas. Posteriormente, la lluvia se reduciría sustancialmente en el primer periodo de abril a julio, y el segundo periodo de mayor lluvia se desplazaría de septiembre a octubre. Durante la segunda mitad del siglo, se perdería la forma bimodal de la época de lluvia, por disminución de la lluvia en el primer periodo.

En resumen, se prevén cambios en la distribución de la lluvia a lo largo del año. En las próximas dos décadas puede haber más lluvia al principio de la época lluviosa y la misma o menor cantidad que la actual en el periodo post canícula. A más largo plazo, la época de lluvia podría acortarse a casi la mitad de la actual. En el escenario más pesimista, la temporada de lluvia podría no iniciarse de forma significativa hasta julio o agosto, lo que conlleva serias implicaciones en la disponibilidad de agua para la producción agrícola e hidroeléctrica.

Finalmente, los cambios en el ámbito departamental de temperatura y precipitación bajo los escenarios B2 y A2 serían desiguales, lo que es importantísimo tomar en cuenta a la hora de definir las medidas de adaptación.

En el período histórico, el departamento de La Unión tuvo los niveles más altos de temperatura media en todos los meses y alcanzó en abril un máximo de 28.3°C. Los departamentos con temperaturas más bajas fueron Cuscatlán, La Libertad y San Vicente. Este último tuvo el nivel más bajo de temperatura media en el mes de abril con 22°C. Se refiere a temperatura promedio del periodo 1950 a 2000 a partir de la base de datos de WorldClim.

Los gráficos 19, 20 y 21 muestran el comportamiento de la temperatura mensual estimada para el corte 2100 en tres departamentos seleccionados. Se aprecia un aumento significativo de la temperatura a 2100, respecto al periodo 1950 a 2000, el cual es mayor bajo el escenario A2. A finales del siglo, el departamento de La Unión podría sufrir temperaturas por arriba de los 30°C en el escenario B2 durante cuatro meses, y en el escenario A2 estaría por arriba de ese nivel durante 10 meses y con máximo de 32.5°C en abril. Así pasaría de un promedio histórico anual de 26.4°C a un promedio entre 29.6°C y 30.9°C dependiendo del escenario. San Vicente tendría la temperatura media anual más baja en ambos escenarios, 26.1°C en B2 y 27.7°C en A2. Aun así, este departamento habría sufrido un aumento de 3°C a 4.6°C frente al promedio histórico. No obstante, Chalatenango, podría sufrir el mayor aumento con un cambio del promedio anual entre 3.1°C y 4.9°C respectivamente.

Gráfico 19. La Unión. Temperatura media mensual histórica y escenarios B2 y A2, promedio histórico 1950-2000 y 2100.

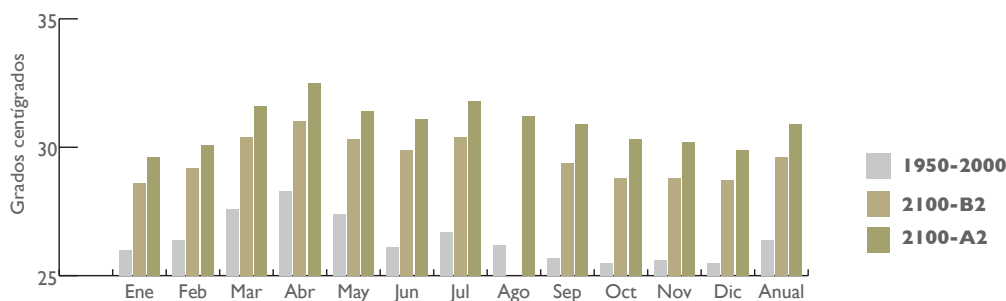


Gráfico 20. San Vicente. Temperatura media mensual histórica y escenarios B2 y A2, promedio histórico 1950-2000 y 2100.

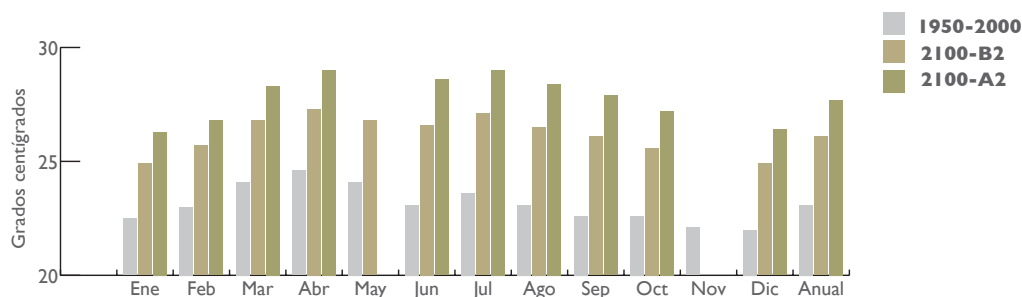
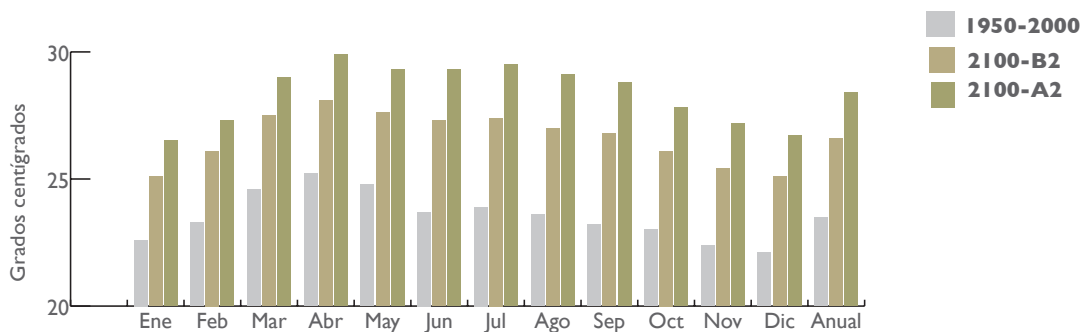


Gráfico 21. Chalatenango. Temperatura media mensual histórica y escenarios B2 y A2, promedio histórico 1950-2000 y 2100..



Los gráficos 22, 23 y 24 demuestran los cambios estimados para la precipitación mensual en los departamentos de La Unión, San Vicente y Santa Ana. Hacia finales de este siglo, los tres departamentos podrían experimentar reducción en las lluvias entre junio y octubre, especialmente pronunciada en los meses de junio y julio. Santa Ana es el departamento que podría enfrentar la mayor reducción neta con el escenario A2, perdiendo aproximadamente una tercera parte de su promedio anual.

Gráfico 22. La Unión. Precipitación mensual histórica y escenarios B2 y A2, promedio histórico 1950-2000 y 2100.

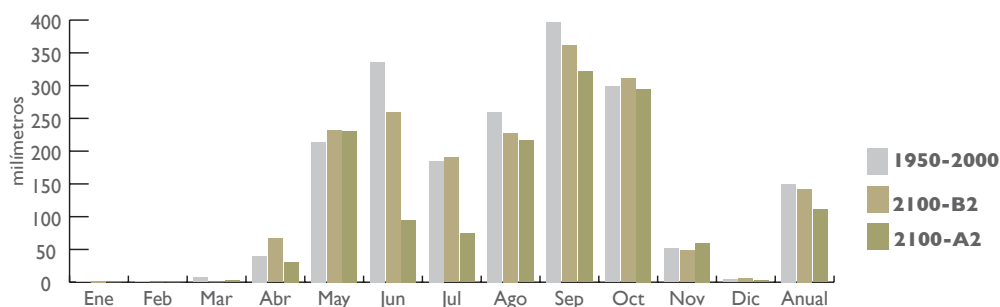


Gráfico 23. San Vicente. Precipitación mensual histórica y escenarios B2 y A2, promedio histórico 1950-2000 y 2100.

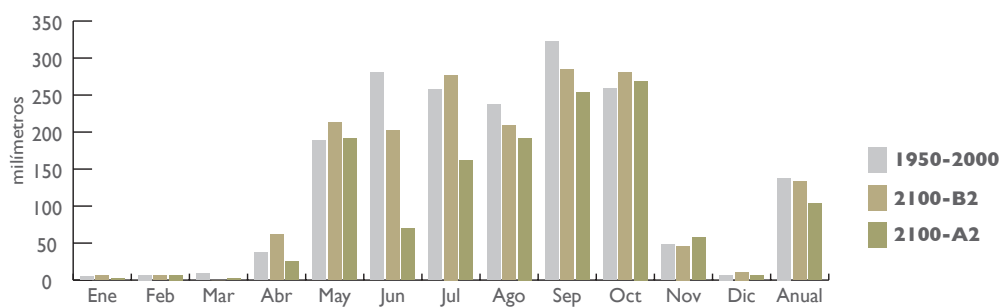
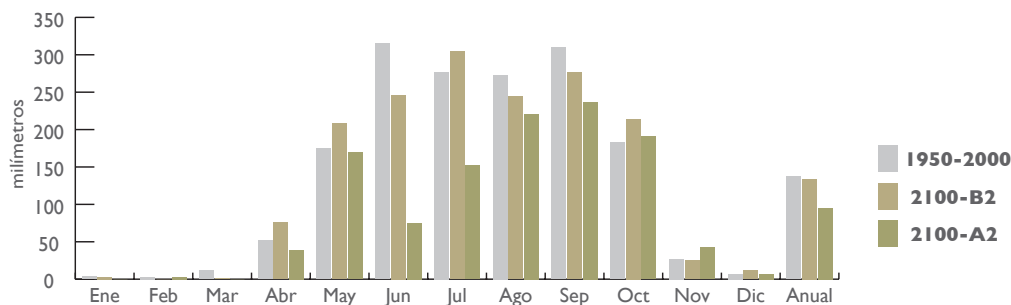


Gráfico 24. Santa Ana. Precipitación mensual histórica y escenarios B2 y A2, promedio histórico 1950-2000 y 2100.



Fuente: elaboración de la iniciativa ECCCA para la Segunda Comunicación

2.4 Aumento del nivel del mar y sus impactos

El análisis del impacto del cambio climático sobre la costa de El Salvador y la construcción de escenarios todavía es incipiente y requiere mayor estudio. Sin embargo, se sabe que está aumentando el nivel del mar.⁵

De hecho, a lo largo de la costa salvadoreña ya se registran cambios significativos asociados al cambio climático. En las últimas seis décadas el nivel promedio del mar aumentó aproximadamente 7.8

⁵ Son numerosas las evidencias que indican el aumento del nivel del mar (Sea-Level Rise, SLR) durante las últimas décadas (IPCC, 2007; Church and White, 2011; Houston and Dean, 2011). Aunque está actualmente en debate la posible aceleración del ascenso del nivel del mar y qué cifras de elevación (escenarios) se podrían esperar para finales de siglo (Bojanowski, 2011; De Santis et al., 2012), así como sus efectos derivados (Nicholls et al., 2012), está fuera de toda duda que los efectos del SLR han de ser al menos tenidos en cuenta y analizados para una adecuada y eficiente gestión costera.

cm, a una tasa promedio de 1.3 mm por año. Con respecto al oleaje, se han detectado cambios en la altura media de las olas de 28 cm (4.7 mm por año) con cambios en el entorno de 0.12° N/año en la dirección media de la energía del oleaje y por encima de 20 cm en las alturas de olas extremas en las últimas tres décadas (aproximadamente 2 cm por año).⁶

Con la progresiva alza del mar, aunque sea manteniendo las tasas de cambio históricas, los efectos de El Niño sobre la elevación del nivel medio del mar observado podrían presentar un mayor impacto que el actual. Por ejemplo, un evento del Fenómeno El Niño como el de 1998, podría inundar los humedales y las zonas más bajas.

Debido al aumento de largo plazo en el nivel medio del mar, se está produciendo una erosión media de la costa de aproximadamente 0.12 m/año. No obstante, efectos puntuales de erosión de mayor magnitud, por ejemplo para una playa de longitud 1000 m en el orden de 50 cm por año, pueden ser esperables en ciertos puntos de la costa donde el basculamiento⁷ de las playas puede jugar un papel más importante. Tal es la situación de algunas playas situadas en La Libertad. Al mismo tiempo, cambios progresivos en el oleaje pueden provocar variaciones en el balance sedimentario y la erosión costera. La Libertad, debe ser caso de atención por las probables inundaciones y erosión, dada la concentración demográfica y las playas que actúan como defensa marítima.

Existen otros factores que están propiciando esa tasa de erosión: eliminación de la vegetación de playa, disminución del aporte de sedimentos al mar y el aumento del nivel del mar. La vegetación de playa retiene los sedimentos finos de las dunas de playa. Los sedimentos de origen terrígeno quedan atrapados en los estuarios azolvando sus canales.

En el futuro, el aumento de la intensidad de las olas extremas de hasta 1 cm/año, con un nivel del mar en ascenso, provocará daños en zonas que actualmente no se ven afectadas o aumentará la frecuencia en aquellas que ya lo están. Es necesario recordar que hasta 25 mil personas se sitúan en el primer metro de elevación del litoral salvadoreño. De igual modo, los riesgos de estos extremos para instalaciones marinas o infraestructuras en el mar, como puertos o estructuras para la acuicultura pueden ser significativos y dignos, al menos, de consideración.

Otras potenciales afecciones son debidas a una posible mayor intrusión salina en acuíferos y cauces fluviales inducida por un aumento del nivel del mar. Estos impactos, entre otros muchos, deben tenerse en cuenta en aras de la sostenibilidad, el desarrollo y la adaptación en las zonas costeras, especialmente para la producción agrícola, el consumo de agua de la población y los ecosistemas no acostumbrados a estas condiciones.

Los humedales y otros ecosistemas perderían espacio por la erosión, sin necesariamente tener donde desplazarse, ya que el territorio cercano puede estar ocupado actualmente por otros usos. Igualmente, cambios suaves en la temperatura superficial del mar podría afectar en el largo-plazo a los recursos costeros como los corales, la pesca costera y la acuicultura. Merece la pena destacar la necesidad de estudios de detalle sobre los grandes humedales, en especial la Bahía de Jiquilisco y el Golfo de Fonseca, tanto de sus características dinámicas como de los ecosistemas.

⁶ La costa de El Salvador se caracteriza por experimentar grandes cambios en diferentes épocas del año tanto del nivel del mar y el oleaje. El rango de marea astronómica, diferencia entre pleamar y bajamar, está en el entorno de 2.0 m, con valores del percentil 90% que varían entre 0.7 a 0.9 m a lo largo del litoral salvadoreño. Las sobre-elevaciones del nivel del mar por el efecto de la presión atmosférica y el viento no son destacables, aunque se ha observado que el Fenómeno de El Niño afecta el nivel del mar ejerciendo una sobre-elevación del nivel medio. Otros patrones climáticos también afectan a las dinámicas de las costas salvadoreñas. Por ejemplo, el Southern Annular Mode (SAM) o el Tropical Southern Atlantic index (TSA) muestran gran influencia en la dirección dominante de la ola de mayor energía.

Con respecto al oleaje, las condiciones medias de la altura significativa del oleaje varían aproximadamente entre 0.8 en invierno (DEF) a 1.3 m en verano (JJA) mostrando una estacionalidad leve. Las alturas de ola más severas, superan de media 2.3 m durante 12 horas al año, siendo la altura de ola significativa de 50 años de retorno de 3.7 m, sin contar los huracanes. En mayo del 2010, cuando impactó la Tormenta Tropical Agatha la altura significativa del oleaje fue de 3.5 m. Fuente: CEPAL (2012a), Reguero et al. (2013); Izaguirre et al. (2013) y Losada et al. (2013).

⁷ El movimiento oscilatorio de las playas dependiendo de la dirección e intensidad de las corrientes marinas.

Asimismo, para identificar medidas específicas de adaptación al Cambio Climático a lo largo de la costa salvadoreña, se requiere profundizar en los estudios de: a) la hidrodinámica de marea, oleaje y sus interacciones con el fondo marino y las descargas de los ríos, para el control de erosión de playas y sedimentación de estuarios, y b) la variabilidad de la cota de inundación y sus componentes (marea, apilamiento por tormenta, oleaje) para la demarcación de los terrenos públicos y privados. Además, es necesario un monitoreo integrado de los ecosistemas costero-marinos (humedales, playas y estuarios), para determinar su capacidad de carga ante la creciente presión sobre sus recursos naturales.

2.5. Vulnerabilidad de El Salvador ante el Cambio Climático

El Cuarto Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) describe la vulnerabilidad como el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos. Además indica que la vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud, y la proporción del cambio climático y variación a la cual un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

La vulnerabilidad ambiental de El Salvador es elevada, debido al desequilibrio entre el uso del suelo agrícola, la falta de cobertura arbórea y los procesos de urbanización. Las principales amenazas sociales giran en torno a los impactos locales de las políticas económicas y sociales en general, y de las políticas crediticias, comerciales y de compensación social, en particular. Estas políticas, impactan directamente en el nivel y calidad de vida de la población, su competitividad productiva y comercial, la viabilidad de sus estrategias de vida y la posibilidad de generar opciones locales de desarrollo.

Existe una relación inversa entre la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación, de tal forma que ante diversas condiciones de exposición, mientras mayor sea la capacidad de adaptación, menor será la vulnerabilidad a las respectivas condiciones de exposición. Si consideramos las condiciones de vulnerabilidad económica, social y ambiental del país y contrastamos con los efectos que puede generar el cambio climático en sistemas económicos vemos la urgente necesidad de desarrollar medidas de adaptación que permitan incrementar el nivel de resiliencia en los diferentes medios de vida del país.

En el Anexo I se presenta un resumen de diferentes estudios de vulnerabilidad elaborados en El Salvador; la mayoría de los cuales consideran el análisis de vulnerabilidad dentro del esquema de gestión del riesgo; considerando los componentes del riesgo de desastre (amenaza y vulnerabilidad), las amenazas son los disparadores y están asociadas a los fenómenos naturales, mientras que la vulnerabilidad que se asocia a la condición de los elementos expuestos, son sobre los cuales se tiene la posibilidad de actuar para reducir el riesgo de desastre ante los efectos del cambio climático. En los estudios, la vulnerabilidad es abordada desde cuatro ejes: ambiental, social, económico y físico. En ellos se ha podido dimensionar y tipificar los niveles de vulnerabilidad existente en las regiones hidrográficas seleccionadas. Los estudios por medio de la construcción de unos indicadores proporcionan pautas importantes para la formulación y ejecución de medidas que tendrán como objeto, la reducción del riesgo.

2.6. Potenciales impactos del Cambio Climático en la agricultura

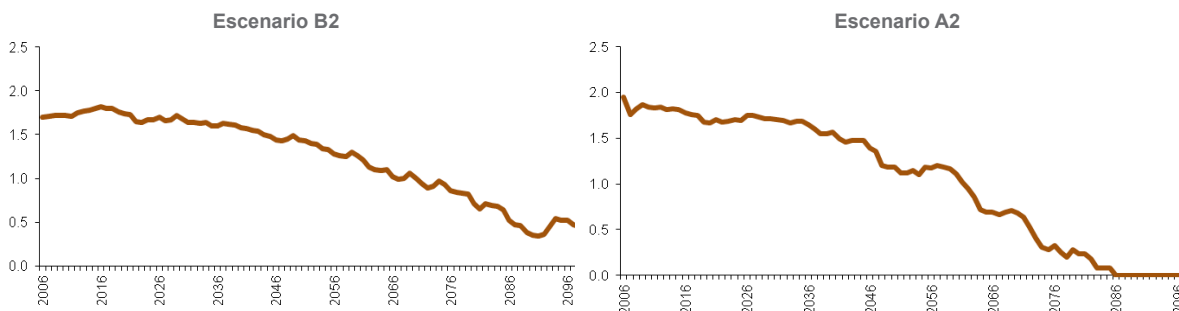
Los escenarios futuros sugieren un mayor aumento de temperatura aún a corto plazo que podrá en sí mismo, generar serios impactos en la producción agrícola, profundizar la tendencia actual de mayor variabilidad e incertidumbre en el volumen anual de lluvia, con una tendencia a disminuir, y una mayor incidencia de eventos extremos.

Considerando la alta importancia del maíz y frijol para la seguridad alimentaria y del café como producto de exportación, se analizó el posible impacto del cambio climático en esos tres cultivos bajo los escenarios B2 y A2 (Ver Anexo 2 para una discusión sobre la metodología utilizada). Los gráficos 25, 26 y 27 presentan las estimaciones para los rendimientos de maíz, frijol y café, respectivamente bajo los dos escenarios. Como se aprecia, sin procesos de adaptación, las trayectorias en

la producción serían decrecientes, especialmente, a partir de la década de 2030 y en mayor medida bajo el escenario A2. Recientemente se ha realizado un estudio denominado “Tortillas en el comal” que presenta resultados similares a los anteriormente descritos.

Aunque en el corto plazo, los costos podrían ser relativamente bajos, a largo plazo podrían ser de gran consideración. Estos resultados muestran la necesidad de buscar mecanismos que compensen y reduzcan las pérdidas que sufrirá el agro salvadoreño. Las estrategias deberán desarrollarse con rapidez y ser focalizadas en medidas prioritarias para elevar la productividad y sostenibilidad agrícola y generar mecanismos de adaptación al cambio climático.

Gráfico 25. El Salvador: proyecciones de los rendimientos del maíz, 2006-2100 (toneladas por hectárea).



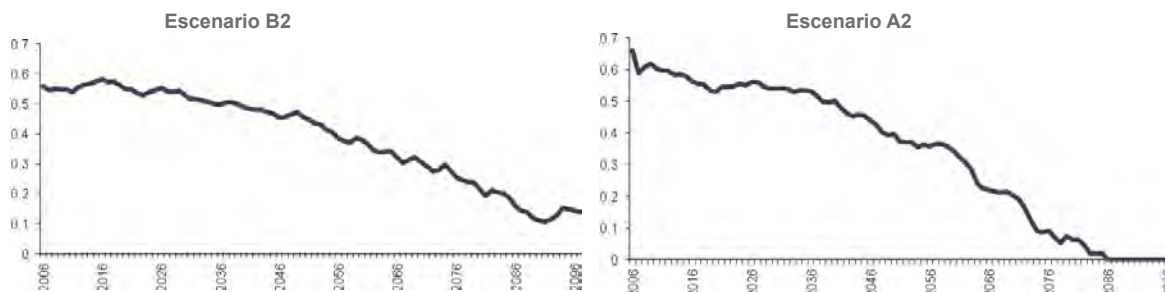
Fuente: (Ordaz, J.L et al., 2010).

Gráfico 26. El Salvador: proyecciones de los rendimientos del frijol, 2006-2100 (toneladas por hectárea).



Fuente: (Ordaz, J.L et al., 2010).

Gráfico 27. El Salvador: proyecciones de los rendimientos del café, 2006-2100 (toneladas por hectárea).



Fuente: (Ordaz, J.L et al., 2010).

Capítulo III



Área Natural Protegida, Parque Nacional Motecristo, Santa Ana.

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Capítulo III

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

En este capítulo se presenta el registro y la cuantificación de los gases de efecto invernadero (GEI) que emite El Salvador, actualizado al año 2005, en cumplimiento a los compromisos adquiridos con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)⁸. Esta información permite orientar las políticas y la normativa para los sectores económicos y sociales, promover alternativas eficientes para el uso de energía y de los recursos, y se constituye como un punto de partida en función de las actividades que promueve el país en torno a la mitigación.

3.1. Metodología del INGEI

Para la realización del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), se utilizaron las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 (IPCC, 1997) y la “Guía de buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2000).

El INGEI de El Salvador 2005 comprende el cálculo de emisiones antropogénicas y de remoción por sumideros de los GEI en cinco de las categorías definidas por el IPCC:

1. Energía. Incluye emisiones provenientes de las actividades energéticas fijas y móviles (la combustión y las emisiones fugitivas).
2. Procesos industriales. Incluye las emisiones de la fabricación de productos y emisiones fugitivas de GEI de los procesos industriales (las emisiones por quema de combustibles de este sector se reportan en el sector de energía).
3. Agricultura. Contiene las emisiones antropogénicas originadas en este sector (excepto las de quemaduras de combustible en actividades agrícolas y emisiones de aguas residuales).
4. Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS). Incluye las emisiones y remociones que provienen de las actividades en los bosques y de uso de la tierra.
5. Desechos. Contabiliza el total de emisiones provenientes del manejo de desechos.

Los pasos seguidos para la elaboración del INGEI y cumplir con lo establecido en las directrices por el IPCC (1997) e IPCC (2000) son:

- a. Identificación de fuentes de información y de generación de datos de entrada para la elaboración del INGEI 2005. Revisión de datos de entrada disponibles para el INGEI 2005, que incluyó metodologías, cálculos y estimaciones, tanto las provenientes de fuentes directas como las que corresponden a estimaciones de elaboración propia a partir de fuentes documentadas.
- b. Revisión de datos de entrada disponibles para el INGEI 2005, que incluyó metodologías, cálculos y estimaciones, tanto las provenientes de fuentes directas como las que corresponden a estimaciones de elaboración propia a partir de fuentes documentadas.

⁸ En el Cuarto Reporte del IPCC, se estima que existe un 90% de confianza en que el calentamiento global del siglo XX se debe al aumento de las concentraciones antropogénicas de GEI. En conjunto, los GEI, medidos por su impacto de calentamiento equivalente en dióxido de carbono, registraron en el año 2005 una concentración aproximada de 430 ppmCO₂e, los que aumentan a 2 ppm por año, frente a un nivel preindustrial de 290 ppmCO₂e. El aumento en la concentración de estos gases en la atmósfera desde la era preindustrial se debe en gran parte al uso de combustibles fósiles y al cambio en el uso del suelo (IPCC, 2007a; IPCC, 2007c).

El inventario presenta información de emisiones de GEI directos: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nítrico (N_2O). Además presenta emisiones de GEI de efecto indirecto: Óxido de nitrógeno (NO_x), Monóxido de Carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM). Los datos del inventario se expresan en giga gramos o en toneladas métricas anuales de Dióxido de Carbono equivalente (CO_{2e}), ya que se usa este gas como unidad de medida al ser su emisión la más abundante y la más conocida entre los GEI.

Tabla 8. Valores del potencial de calentamiento global, según el IPCC de 1995.

Gas		Tiempo medio de vida (años)	Potencial de calentamiento global (horizonte de tiempo)		
			20 años	100 años	500 años
Dióxido de carbono	CO_2	variable [§]	1	1	1
Metano*	CH_4	12±3	56	21	6.5
Óxido nítrico	N_2O	120	280	310	170

§ Determinado del modelo de ciclo de carbono de Bern.

* El PCG para metano incluye los efectos indirectos de la producción de ozono troposférico y la producción de vapor de agua estratosférica

Fuente: Global Warming Potentials. Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers. Technical Summary of the Working Group I Report, página 22. 1995.

Para comparar los gases reportados, se recurre a una equivalencia llamada “potencial de calentamiento global” (PCG), la cual transforma los gases a unidades equivalentes de CO_2 . La equivalencia está fijada para un período determinado; con el fin de comparar las emisiones entre países, el PCG se emplea para 100 años, como se muestra en la Tabla 8.

Para la estimación de emisiones de CO_2 proveniente de la quema de combustibles se utilizaron los dos métodos de nivel I definidos por el IPCC:

- **Método de referencia.** El cálculo de emisiones se realiza a partir del contenido de carbono de los combustibles suministrados al país tomados en su conjunto.
- **Método por categorías de fuente o método sectorial.** El cálculo de emisiones se realiza a partir de las principales actividades de combustión. Este método permitió abordar la necesidad de contar con cifras de emisiones por sector para la vigilancia y la formulación de políticas de reducción de emisiones.

Al comparar la información de estos dos métodos, pueden identificarse vacíos en el proceso de obtención de información para posteriormente contar con datos más precisos para las estimaciones.

Tanto para el enfoque de referencia como para el enfoque por categorías de fuente, se requiere la determinación de estos parámetros auxiliares: factores de emisión, fracción de carbono oxidado, fracción de carbono almacenado y factores de conversión o Valores Calóricos Netos (VCN).

Para todos, excepto los VCN, se han tomado los datos por defecto propuestos por el IPCC (1997). Mientras que para los VCN, se han utilizado los valores reportados en la serie de Balances Energéticos Nacionales, elaborados por la Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) hasta 1996, los cuales se muestran en la Tabla 9. Para el resto de categorías del inventario se desarrolló el método por categoría de fuente o sectorial.

Por otro lado, cabe destacar que El Salvador cuenta con tres inventarios de GEI correspondientes a los años: 1994, 2000 y 2005, con los que se podrían hacer comparaciones y definir tendencias. Desafortunadamente, desarrollar este análisis para algunos de los sectores del INGEI no aportaría conclusiones confiables debido a que: (a) para el INGEI 1994 no se contó con la información requerida para realizar las estimaciones locales de GEI, por lo que tuvo que recurrirse a valores por defecto

que no necesariamente correspondían con la realidad del país; y (b) en el INGEI 2000 e INGEI 2005, las fuentes de información fueron diferentes a las empleadas en la elaboración del INGEI 1994 y también se modificaron metodologías de cálculo.

Tabla 9. Valores calóricos netos utilizados en el INGEI 2005

Tipo de combustible	VCN	
Gasolina	0.005128	TJ/bbl
Jet Kerosene	0.005510	TJ/bbl
Otro Kerosene	0.005510	TJ/bbl
Diesel	0.005758	TJ/bbl
Fuel Oil residual	0.006223	TJ/bbl
GLP	0.004070	TJ/bbl
Gas de refinería	0.000004	TJ/bbl
Coque	0.029300	TJ/t
Leña	0.012780	TJ/t
Carbón vegetal	0.027210	TJ/t
Cascarilla de café	0.017581	TJ/t
Bagazo de caña	0.008372	TJ/t

Fuente: CEL, 1996.

Al considerar que tanto el INGEI 2005 como el del año 2000 han sido elaborados con el uso de la misma metodología, se inició un proceso de establecimiento de línea de base que, permitirá a futuro, el desarrollo de comparaciones de las emisiones por sector, y definir, así, tendencias que a su vez facilitarán la identificación de opciones viables de mitigación de esos gases (MARN-UCA, 2010b).

En esta 2CNCC se presenta el INGEI 2005 que es el inventario más reciente disponible en El Salvador, y se hace un comparativo con el año base que es el INGEI 2000, el cual aparece en el Anexo 3.

3.2. Resumen del inventario nacional

Según el INGEI del año 2005, el total de emisiones de GEI ha sido de 14,453.40 GgCO_{2e}⁹.

La Tabla 10 sintetiza las emisiones de GEI en Gg discriminadas por gas, además de las categorías de fuentes correspondientes al año 2005. El mismo tipo de emisión por gas que se expresa en Gg de CO_{2e} se muestra en el Gráfico 28.

La contribución de las emisiones de GEI es diferente por categoría. La mayor contribución proviene del sector de energía con un aporte del 41%, seguido por el sector UTCUTS (cambios de uso de la tierra y silvicultura) con el 23% (Gráfico 28). Respecto de las emisiones de CO₂ en el sector de energía, las mayores emisiones se deben a la quema de combustibles fósiles en el sector de transporte (43%). En el sector UTCUTS, la mayor parte de las emisiones se encuentran en la categoría de conversión de bosques y praderas (65%). En agricultura las principales fuentes de emisiones corresponden a fermentación entérica (48%) y suelos agrícolas (46%).

La mayor parte de las emisiones nacionales de GEI medidas en CO_{2e} corresponde al CO₂ que comprende el 65% del total de emisiones (9,354.33 Gg), el 24% son de CH₄ (3,440.64 Gg) y el 11% de N₂O (1,658.43 Gg) (ver Gráfico 29).

Se cuenta con información sobre otros gases de efecto indirecto como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (NMVOC, por sus siglas en inglés). Estos gases son reportados con fines informativos y no contribuyen a los totales de GEI, expresados en Gg de CO₂ equivalente.

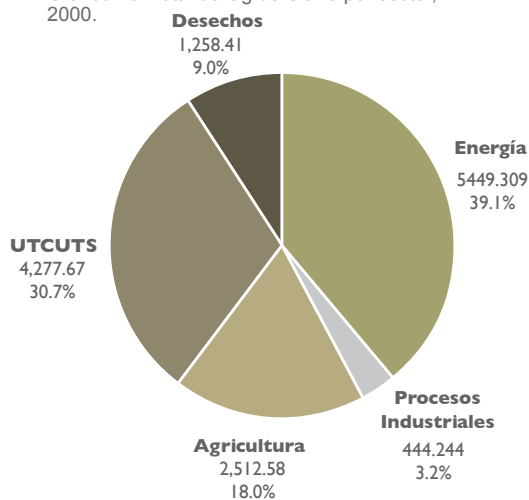
⁹ En este Capítulo se ha utilizado el símbolo de la coma (,) para separación de miles, y el del punto (.) como indicador de las cifras decimales.

Tabla 10. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2005, en Gg

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	Emisión CO ₂	Remoción CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOCs
Total de las emisiones y absorciones sectoriales	9,354.33	0.00	163.84	5.35	40.42	468.25	49.43
I. Energía	5,620.19	0.00	10.47	0.22	36.59	362.94	49.43
A. Quema de combustibles (método sectorial)	5,620.19		10.47	0.22	36.59	362.94	49.43
1. Industrias de la energía	1,503.30		0.07	0.01	4.02	0.81	0.12
2. Industrias manufactureras y construcción	1,127.27		0.41	0.06	4.32	44.39	0.71
3. Transporte	2,467.45		0.46	0.02	24.26	158.09	29.82
4. Otros sectores	522.17		9.53	0.13	3.99	159.65	18.78
5. Otros (especificar)	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B. Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00
1. Combustibles sólidos			0.00		0.00	0.00	0.00
2. Petróleo y gas natural			0.00		0.00	0.00	0.00
2. Procesos industriales	442.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A. Productos minerales	442.08				0.00	0.00	0.00
B. Industria química	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C. Producción de metales	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D. Otra producción	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E. Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre							
F. Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre							
G. Otros (especificar)	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3. Utilización de solventes y otros productos	0.00			0.00			0.00
4. Agricultura			78.58	4.73	2.88	71.97	0.00
A. Fermentación entérica			71.72				
B. Manejo del estiércol			3.23	0.00			0.00
C. Cultivo de arroz			0.21				0.00
D. Suelos agrícolas				4.65			0.00
E. Quema prescrita de sabanas			0.49	0.00	0.18	10.34	0.00
F. Quema en el campo de residuos agrícolas			2.93	0.07	2.70	61.63	0.00
G. Otro (especificar)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. Cambios en el uso de la tierra y silvicultura	3,292.06	0.00	3.81	0.03	0.95	33.34	0.00
A. Cambios en las existencias de bosques y otra biomasa leñosa	1,333.03	0.00					
B. Conversión de bosques y praderas	2,132.71	0.00	3.81	0.03	0.95	33.34	
C. Abandono de tierras cultivadas		-173.68					
D. Emisiones y absorciones de CO ₂ del suelo	0.00	0.00					
E. Otro (especificar)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6. Desechos			70.98	0.37	0.00	0.00	0.00
A. Disposición de desechos sólidos en la tierra			65.00		0.00		0.00
B. Tratamiento de aguas residuales			5.98	0.37	0.00	0.00	0.00
C. Incineración de desechos					0.00	0.00	0.00
D. Otros (especificar)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7. Otros (especificar)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Partidas informativas							
Combustibles de uso internacional	344.58		0.00	0.01	1.76	0.71	0.28
Aviación	326.34		0.00	0.01	1.38	0.46	0.23
Marina	18.24		0.00	0.00	0.37	0.25	0.05
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	4,551.13						

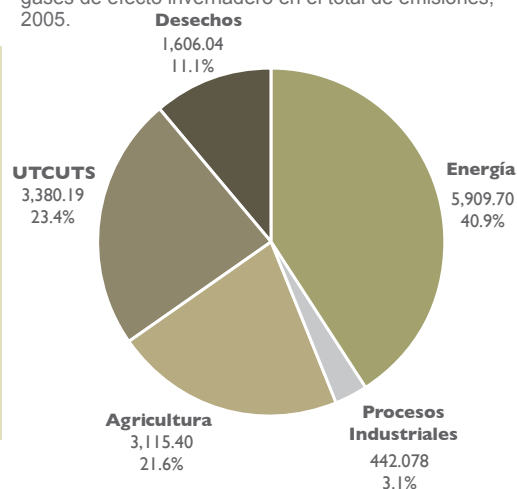
Fuente: Inventario de Gases de Efecto Invernadero, 2005

Gráfico 28. Total de Gg de CO₂e por sector, 2000.



Fuente: MARN-UCA 2010a

Gráfico 29. Contribución de cada uno de los sectores de gases de efecto invernadero en el total de emisiones, 2005.



Fuente: MARN-UCA 2010b

Tabla 11. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2005, total de emisiones en Gg CO₂e

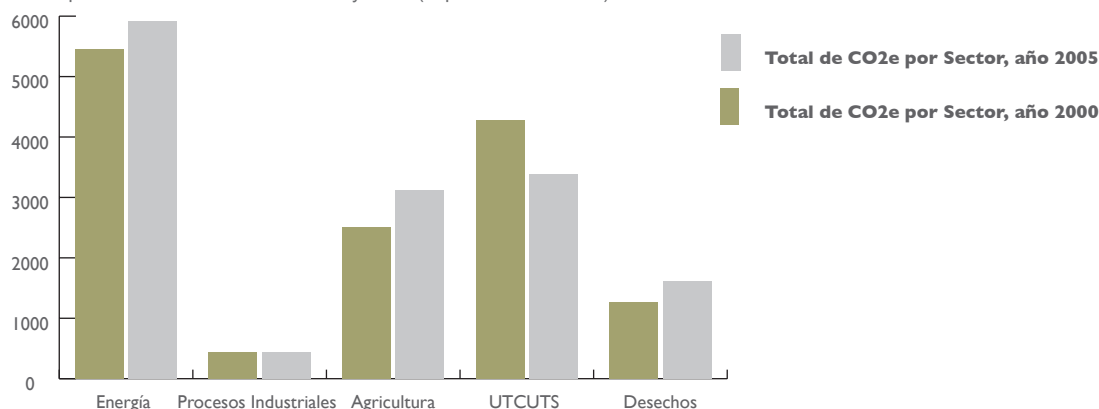
Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Total de las emisiones y absorciones sectoriales	9,354.33	3,440.64	1,658.43	14,453.40
I. Energía	5,620.19	219.97	69.54	5,909.69
A. Quema de combustibles (método sectorial)	5,620.19	219.97	69.54	5,909.69
1. Industrias de la energía	1,503.30	1.57	4.32	1,509.19
2. Industrias manufactureras y construcción	1,127.27	8.60	18.50	1,154.37
3. Transporte	2,467.45	9.64	6.41	2,483.50
4. Otros sectores	522.17	200.16	40.30	762.64
5. Otros (especificar)	0.00	0.00	0.00	0.00
B. Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles	0.00	0.00	0.00	0.00
1. Combustibles sólidos		0.00	0.00	0.00
2. Petróleo y gas natural		0.00	0.00	0.00
2. Procesos industriales	442.08	0.00	0.00	442.08
A. Productos minerales	442.08	0.00	0.00	442.08
B. Industria química	0.00	0.00	0.00	0.00
C. Producción de metales	0.00	0.00	0.00	0.00
D. Otra producción	0.00	0.00	0.00	0.00
E. Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre		0.00	0.00	0.00
F. Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre		0.00	0.00	0.00
G. Otros (especificar)	0.00	0.00	0.00	0.00
3. Utilización de solventes y otros productos	0.00	0.00	0.00	0.00
4. Agricultura		1,650.14	1,465.25	3,115.40
A. Fermentación entérica		1,506.02	0.00	1,506.02
B. Manejo del estiércol		67.79	0.00	67.79
C. Cultivo de arroz		4.36	0.00	4.36
D. Suelos agrícolas		0.00	1,440.57	1,440.57
E. Quema prescrita de sabanas		10.34	1.51	11.86
F. Quema en el campo de residuos agrícolas		61.63	23.18	84.80
G. Otro (especificar)		0.00	0.00	0.00

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
5. Cambios en el uso de la tierra y silvicultura	3,292.06	80.01	8.12	3,380.19
A. Cambios en las existencias de bosques y otra biomasa leñosa	1,333.03	0.00	0.00	1,333.03
B. Conversión de bosques y praderas	2,132.71	80.01	8.12	2,220.84
C. Abandono de tierras cultivadas		0.00	0.00	0.00
D. Emisiones y absorciones de CO ₂ del suelo	0.00	0.00	0.00	0.00
E. Otro (especificar)	0.00	0.00	0.00	0.00
6. Desechos		1,490.52	115.52	1,606.04
A. Disposición de desechos sólidos en la tierra		1,364.98	0.00	1,364.98
B. Tratamiento de aguas residuales		125.54	115.52	241.06
C. Incineración de desechos		0.00	0.00	0.00
D. Otros (especificar)		0.00	0.00	0.00
7. Otros (especificar)	0.00	0.00	0.00	0.00
Partidas informativas		0.00	0.00	0.00
Combustibles de uso internacionales	344.58	0.07	2.90	347.56
Aviación	326.34	0.05	2.86	329.25
Marina	18.24	0.03	0.05	18.31
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	4,551.13	0.00	0.00	4,551.13

Fuente: MARN-UCA 2010b

Las emisiones aumentaron aproximadamente 3.66% respecto al año 2000 (13,942.21 Gg de CO₂e). Este aumento se debe a incrementos en los sectores de energía, agricultura y desechos. Mientras que el UTCUTS presenta una disminución de emisiones respecto del año 2000 (ver Gráfico 30).

Gráfico 30. Comparación de emisiones de 2000 y 2005 (expresada en CO₂e)



Fuente: MARN-UCA 2010b

3.3 Emisiones GEI por categoría

3.2.1 Energía

Las emisiones totales de la categoría de energía ascienden a 5,909.69 GgCO₂e; el componente más importante es la emisión de CO₂, con 40.89% del total de emisiones. La categoría se subdivide, a su vez, en emisiones del consumo de combustibles y emisiones fugitivas.

Emisiones de GEI a partir de la quema de combustibles.

Las emisiones totales del sector de energía son de 5,909.70 Gg CO₂e y los principales aportes provienen de dióxido de carbono en el sector de transporte en carretera (ver Tabla 12).

Tabla 12. Emisiones totales por categorías de fuente expresadas en Gg CO₂e

Fuentes de GEI en el sector de energía	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total	%
Industrias energéticas	1,503.30	1.571	4.322	1,509.19	25.50%
Industrias manufactureras y Construcción	1,127.27	8.599	18.499	1,154.37	19.50%
Transporte	2,467.45	9.639	6.413	2,483.50	42.00%
Aviación nacional	-	-	-	-	0.00%
Por carretera	2,467.45	9.639	6.413	2,483.50	42.00%
Ferrocarriles	-	-	-	-	0.00%
Otros sectores	522.175	200.162	40.301	762.638	12.90%
Comercial/institucional	77.145	4.521	1.044	82.71	1.40%
Residencial	445.03	195.641	39.257	679.928	11.50%
Emisiones totales en CO ₂ e	5,620.19	219.971	69.536	5,909.70	100.00%

Fuente: MARN-UCA 2010b.

Emisiones de CO₂

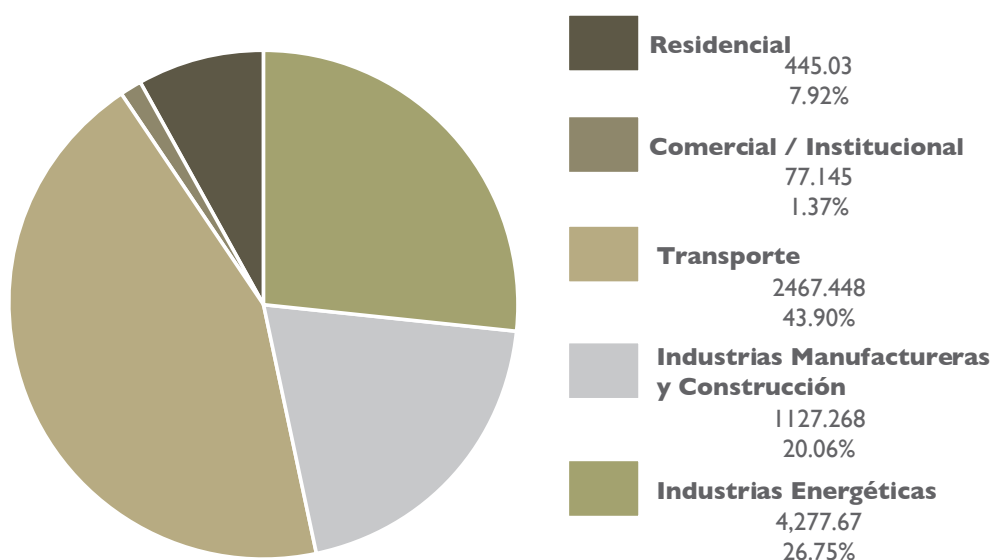
Las emisiones de CO₂ del sector de energía se presentan en la Tabla 13 y el Gráfico 31. Los subsectores responsables de las mayores emisiones de este gas son: el subsector de transporte (43.90%), la industria energética (26.75%) y el subsector de industria manufacturera y de la construcción que incluye el calor de procesos y la autogeneración (20.06%). Dentro del subsector de transporte, las emisiones provienen principalmente del transporte por carretera, mientras que el transporte ferroviario y la aviación nacional participan de manera marginal no cuantificable. En el subsector de industria manufacturera y de la construcción, se estima que el 86% de emisiones provienen del calor para procesos y fuerza motriz, es decir, del proceso productivo, mientras que el 14% restante se atribuye a autogeneración.

Tabla 13. Emisiones de dióxido de carbono en Gg por subsector y tipo de combustible

Fuentes de GEI y categorías	Industrias energéticas	Industrias manufactureras y construcción	Transporte aviación nacional	Transporte por carretera	Transporte ferrocarriles	Otros sectores (comercial/institucional)	Otros sectores (residencial)	Emisiones totales
Gasolina	-	-	-	1,211	-	-	-	1,211
Jet Kerosene	-	-	-	-	-	-	-	-
Otro Kerosene	-	-	-	-	-	29	3	32
Gas/Diesel Oil	26	635	-	1,229	-	42	-	1,932
Fuel Oil residual	1,386	415	-	-	-	3	-	1,804
Gas licuado de petróleo (GLP)	-	71	-	28	-	3	442	543
Gas de refinería	91	-	-	-	-	-	-	91
Coque de horno de coque	-	6	-	-	-	-	-	6
Total combustibles fósiles	1,503	1,127	-	2,467	-	77	445	5,620
Madera y otros residuos de madera	-	311	-	-	-	68	3,038	3,417
Carbón	-	-	-	-	-	-	58	58
Otra biomasa sólida	55	1,021	-	-	-	-	-	1,076
Biomasa total	55	1,332	-	-	-	68	3,097	4,551

Fuente: MARN-UCA 2010b

Gráfico 31. Contribución porcentual de emisiones de CO₂ por sector a partir de la quema de combustibles fósiles



Fuente: MARN-UCA 2010b

Como se ve en la Tabla 13, los combustibles fósiles utilizados en el país que contribuyen en mayor medida a las emisiones de CO₂ son en orden de importancia: diésel, fuel oil residual y gasolina. En conjunto, estos tres combustibles constituyen el 88% de las emisiones de CO₂ en el sector. Esto es consistente con la participación que tiene el subsector transporte, el cual es el principal consumidor de diésel y gasolina, mientras que la participación del fuel oil residual obedece a su utilización en los subsectores de la industria energética, la industria manufacturera y de la construcción.

Las emisiones totales de CO₂ estimadas a partir del método de referencia son 5,634.16 Gg, mientras que las calculadas según el método de categorías de fuente es de 5,620.19 Gg, lo que significa una diferencia de sólo un -0.25%, por lo que ambos métodos están en correspondencia.

Emisiones de otros gases

Respecto de las emisiones de otros gases, se observa una diferencia en la participación sectorial. Para el metano y el óxido nítrico, el subsector residencial es el principal emisor; para los otros óxidos de nitrógeno y los compuestos volátiles distintos al metano, las emisiones ocasionadas por el transporte son las predominantes. Las emisiones de CO provienen principalmente del transporte y del sector residencial. El subsector de la industria manufacturera y de la construcción tiene influencia en las emisiones de N₂O y NO_x. La industria energética, donde se tiene más control y mejores tecnologías para el uso de los combustibles fósiles, produce pocas emisiones en todos los gases diferentes al CO₂ (ver Tabla 14).

Se puede observar que el subsector residencial es responsable del 89% de las emisiones de CH₄ y del 57% de las emisiones de N₂O. Estos resultados se deben a que en El Salvador la leña es consumida en el subsector residencial con fines energéticos, por lo que las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes de la quema de biomasa (leña) deben contabilizarse en este sector.

Tabla 14. Emisiones de otros GEI por categorías de fuente expresadas en Gg

Fuentes de GEI y categorías incluidas en el sector de energía	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC
Industrias energéticas	0.08	0.01	4.02	0.81	0.13
Industrias manufactureras y construcción	0.41	0.06	4.32	44.39	0.71
Transporte	0.46	0.02	24.26	158.09	29.82
Aviación nacional	-	-	-	-	-
Por carretera	0.46	0.02	24.26	158.09	29.82
Ferrocarriles	-	-	-	-	-
Otros sectores	9.53	0.13	3.99	159.65	18.78
Comercial/institucional	0.22	0.00	0.18	3.43	0.42
Residencial	9.32	0.13	3.81	156.22	18.36
Emisiones totales por tipo de GEI en Gg	10.48	0.22	36.59	362.94	49.43

Fuente: MARN-UCA 2010b

Emisiones fugitivas de GEI

Las emisiones fugitivas son emisiones naturales, intencionales o accidentales liberadas por las actividades antropogénicas asociadas a la producción, el proceso, la transmisión, el almacenamiento y el uso de combustibles e incluyen emisiones de combustión solamente donde no se presenta apoyo a una actividad productiva (por ejemplo, llamaradas de gas natural en instalaciones productoras de combustible y gas).

Las emisiones más significativas de GEI en esta categoría son las emisiones de CH₄ en minería de carbón y sistemas de combustible y gas. En El Salvador se carece de instalaciones de este tipo por lo que no ocurren emisiones fugitivas en el país.

3.2.2. Procesos industriales

En este sector se contabilizan las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas a la producción industrial. En el caso de El Salvador, se incluyen en este sector las emisiones CO procedentes de la producción mineral de cemento y la producción de cal, así como de la utilización de piedra caliza y dolomita.

Más del 99% de las emisiones en este sector corresponde a la producción de cemento. En el proceso de producción de cemento las materias primas son sometidas a altas temperaturas que promueven las reacciones químicas que dan origen al clínker, producto intermedio utilizado en la fabricación de cemento. Esta transformación química requiere de un proceso de calcinación en el que se libera CO₂ (ver Tabla 15)

Tabla 15. Emisiones netas anuales en Gg del sector de procesos industriales

Fuentes de GEI y categorías incluidas en el sector de procesos industriales	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂	%
Producción de cemento	440.86	NO	NO	NO	NO	NO	NE	99.72
Producción de cal	1.16	NO	NO	NO	NO	NO	NE	0.26
Utilización de piedra caliza y dolomita	0.07	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.01
Emisiones totales	442.08	-	-	-	-	-	-	100.00

Nota: NO = no ocurre; NE = no estimado. Fuente: MARN-UCA 2010b.

3.2.3. Agricultura

En el sector de agricultura se consideran las emisiones de GEI procedentes de cinco fuentes: (a) fermentación entérica y manejo del estiércol del ganado doméstico, (b) cultivo del arroz anegado, (c) quema prescrita de sabanas, (d) quema de residuos agrícolas en el campo y (e) suelos agrícolas¹⁰ (ver Tabla 16).

La mayor parte de las emisiones en este sector corresponden a la fermentación entérica (48%), especialmente la ocurrida en el ganado vacuno, y a la categoría de suelos agrícolas (46%) los que se deben principalmente a las lixiviaciones de los fertilizantes en los suelos cultivados (ver Gráfico 32).

Tabla 16. Emisiones totales por tipo de GEI en Gg y en CO₂e, para el sector de agricultura

Fuentes de GEI y categorías de fuentes incluidas en el sector de agricultura	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO (Gg) ^x	CO (Gg)	CH ₄ (GgCO ₂ e)	N ₂ O (GgCO ₂ e)	Total (GgCO ₂ e)	%
Fermentación entérica (ganado doméstico)	71.715	-	-	-	1,506.02	-	1,506.02	48.30
Ganado vacuno	69.224	-	-	-	1,453.71	-	1,453.71	46.70
Ovejas	0.025	-	-	-	0.525	-	0.53	0.00
Cabras	0.075	-	-	-	1.575	-	1.58	0.10
Caballos	2.214	-	-	-	46.494	-	46.50	1.50
Mulas y asnos	-	-	-	-	-	-	-	0.00
Cerdos	0.177	-	-	-	3.717	-	3.72	0.10
Manejo de estiércol (ganado doméstico)	3.228	NO	-	-	67.79	-	67.79	2.20
Ganado vacuno	2.213	NO	-	-	46.481	-	46.48	1.50
Ovejas	0.001	NO	-	-	0.022	-	0.02	0.00
Cabras	0.003	NO	-	-	0.069	-	0.07	0.00
Caballos	0.268	NO	-	-	5.63	-	5.63	0.20
Mulas y asnos	-	NO	-	-	-	-	-	0.00
Cerdos	0.354	NO	-	-	7.43	-	7.43	0.20
Aves de corral	0.388	NO	-	-	8.15	-	8.15	0.30
Cultivo de arroz	0.208	-	-	-	4.37	-	4.37	0.10
Suelos agrícolas	-	4.65	-	-	-	1,440.57	1,440.57	46.20
Quema prescrita de sabanas	0.493	0.01	0.17	10.34	10.34	1.51	11.86	0.40
Quema en el campo de residuos agrícolas	2.935	0.08	2.70	61.63	61.63	23.18	84.80	2.70
Emisiones totales del sector de agricultura	78.578	4.727	2.88	71.97	1,650.14	1,465.25	3,115.40	100

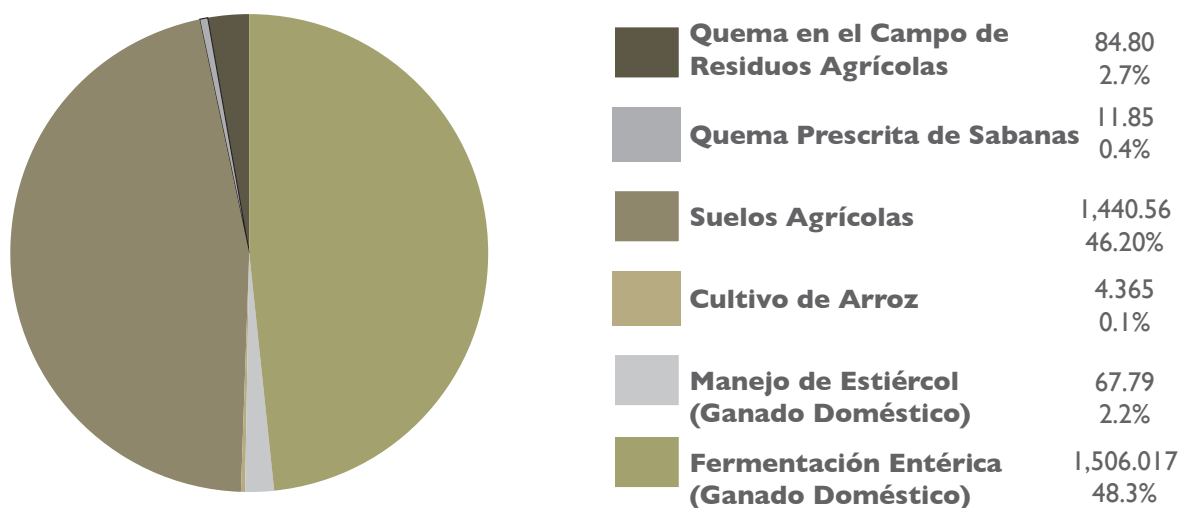
Nota: NO = no ocurre; NE = no estimado.
Fuente: MARN-UCA 2010b.

10 Se hace referencia específicamente a que: (a) los animales domésticos emiten principalmente los gases de CH₄ provenientes de la fermentación entérica en el aparato digestivo de los rumiantes en su proceso de asimilación anaeróbica y el gas de N₂O proveniente de los diferentes manejos a que es sometido el estiércol de los animales; (b) el 80% del arroz se cultiva en secano en áreas que dependen de las lluvias, cuyas condiciones anaeróbicas son mínimas; solo el 20% se cultiva en forma anegada en los terrenos preparados con láminas de inundación de cuarenta o más centímetros y para periodos prolongados de inundación; (c) en El Salvador, para el cálculo de las emisiones generadas por la quema de sabanas, se han considerado las áreas que los agricultores queman, previo a la época de lluvias, para realizar las primeras siembras de granos básicos; (d) la quema de los residuos agrícolas en los campos calcula exclusivamente las emisiones de CH₄, CO, N₂O y NO_x procedentes de los residuos de las cosechas; y (e) en suelos agrícolas se contabiliza las emisiones tanto directas como indirectas del N₂O; las emisiones directas provienen de los suelos y del pastoreo de animales y las indirectas, del contenido de nitrógeno en los fertilizantes que se utilizan (MARN-UCA 2010b).

Ganado doméstico

En El Salvador el ganado es -en su mayor parte- bovino, complementado con pequeñas proporciones de cabras y ovejas. Además, existen explotaciones avícolas y porcinas.

Gráfico 32 . Contribución total en Gg CO_{2e} en cada fuente para el sector de agricultura



Fuente: MARN-UCA 2010b.

Las emisiones de CH₄ generadas por animales domésticos, debido a la fermentación entérica, representan el 91.26% del total de emisiones de CH₄ emitido por este sector. Entre los animales domésticos, el ganado vacuno es el mayor emisor de metano con 69.22 Gg que equivalen a 1,453.71 Gg de CO_{2e}, es decir, un 46.7% de las emisiones totales del sector de agricultura (ver Tabla 16).

Aun cuando en El Salvador no se reportan lagunas u otro tipo de tratamiento para el manejo de estiércol de animales, se estima que las emisiones de metano provenientes de esta categoría representan el 2.2% de las emisiones de CH₄ del sector (ver Tabla 16).

Cultivo de arroz en inundación

Las adecuaciones de tierras destinadas para el cultivo de arroz en el país son pocas, por lo que la mayor parte del arroz se cultiva con el uso de formas de inundación tradicional y en áreas que dependen de la lluvia. En estas zonas, las condiciones anaeróbicas son mínimas, comparadas con las existentes en los terrenos preparados con láminas de inundación de cuarenta o más centímetros y para períodos prolongados de inundación. Las emisiones de CH₄ causadas por el cultivo de arroz, son de 0.2078 Gg que corresponden al 0.264 % del total de emisiones de metano del sector de agricultura y un 0.10% del total de las emisiones en Gg de CO_{2e} para el mismo sector (ver Tabla 16).

Quema prescrita de sabanas

Para el cálculo de las emisiones generadas por la quema de sabanas, en El Salvador, se han considerado las áreas que los agricultores queman, previo a la época de lluvias, para realizar las primeras siembras de granos básicos. La quema de sabanas también aporta emisiones de metano en el área rural; esta emisión correspondió al 0.63% del total de emisiones de metano del sector agricultura. Las emisiones de NO_x por la quema de sabanas fueron de 0.176 Gg, que corresponden al 6.12% del total de este tipo de emisiones en el sector. Las emisiones de N₂O fueron de 0.005 Gg, que resultan relativamente insignificantes con un 0.105%. Por último, las quemas de sabanas aportaron 10.34 Gg de CO que corresponden al 14.37% del total de este gas emitido en el sector.

Quema en el campo de residuos agrícolas

En esta actividad, se calculan exclusivamente las emisiones de CH_4 , CO , N_2O y NO_x procedentes de los residuos de las cosechas. La quema de los residuos agrícolas en los campos no se considera una fuente neta de CO_2 , ya que se supone que el carbono liberado en la atmósfera se reabsorbe en la siguiente temporada de crecimiento.

A causa de la quema de residuos agrícolas en los campos en el año 2005, el aporte de emisiones de CH_4 fue de 2.935 Gg, que representan el 3.74% del total de metano liberado por esta actividad agrícola. La quema de residuos agrícolas también aportó 0.075 Gg de N_2O que corresponden al 1.065 % del total de emisiones del sector, y 2.702 Gg de NO_x que constituye el 93.895 % de las emisiones de ese gas y que corresponde al mayor aporte de esa emanación en el sector. Por último, se emiten 61.628 Gg de CO que corresponden al 85.63 % del total de emanaciones de este gas. Los gases obtenidos de la quema de residuos agrícolas resultan marcadamente superiores a los que escapan por la quema de sabanas. Este comportamiento tiene su origen en la tradición de quemar la maleza que nace entre los meses de marzo a mayo, previo a los períodos de siembra de granos básicos y a la quema de los cultivos de la caña de azúcar durante la cosecha (MARN-UCA, 2010b).

Suelos agrícolas

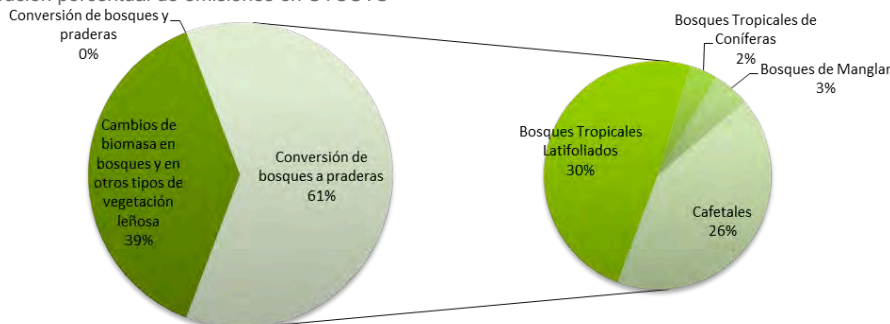
Las lixiviaciones de los fertilizantes en los suelos cultivados son el principal proceso que emite gases de efecto invernadero en el sector de suelos agrícolas en El Salvador. Las emisiones directas provenientes de los cultivos en suelos agrícolas para el año 2005 se cuentan en 3.621 Gg de N_2O que corresponde al 76.60% del total de este gas en el sector. Por otro lado las emisiones directas de N_2O por pastoreo en suelos agrícolas fueron 1.438 Gg equivalente al 30.43% de las emisiones totales de N_2O en este sector. Las emisiones indirectas por deposición atmosférica se contabilizaron en 0.184 Gg que equivalen al 3.89% del total de emisiones de N_2O .

3.2.4. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura

Las prácticas definidas por el IPCC en el sector uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) son tres: (a) los cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa, (b) la conversión de bosques y praderas y (c) el abandono de tierras cultivadas. Estas tres actividades pueden ser fuentes o sumideros de CO_2 . Se calcula también la liberación de gases distintos de CO_2 procedentes de la quema vinculada a la conversión de bosques y praderas.¹¹

El 67.5% de las emisiones en este sector corresponde a la conversión de bosques en praderas, particularmente la conversión de bosques latifoliados y cafetales bajo sombra (contabilizados en este sector, debido a su cobertura arbórea). El 97.39% de las emisiones en el sector son de dióxido de carbono (ver Tabla 17 y Figura 2).

Figura 2. Contribución porcentual de emisiones en UTCUTS



Fuente: MARN-UCA 2010b.

¹¹ El cálculo de las emisiones de gases distintos del CO_2 procedentes de la quema de biomasa utilizada como combustible corresponde al sector de energía.

Tabla17. Emisiones totales por tipo de GEI en Gg y en GgCO₂e, para el sector de UTCUTS

Fuentes de GEI y categorías incluidas en el sector de UTCUTS	Emisión CO ₂	Remoción CO ₂	CH ₄ (Gg) ⁴	N ₂ O (Gg)	NO _x (Gg) ^x	CO (Gg)	CH ₄ (GgCO ₂ e)	N ₂ O (GgCO ₂ e)	Total (GgCO ₂ e)	%
Cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa	1333.03	-	-	-	-	-	-	-	1,333.03	39.40
Conversión de bosques y praderas	2132.71	-	3.81	0.03	0.95	33.34	80.01	8.12	2,220.84	65.70
Bosques tropicales latifoliados	1041.27	-	-	-	-	-	-	-	1,041.27	30.80
Bosques tropicales de coníferas	85.32	-	-	-	-	-	-	-	85.315	2.50
Bosques de manglar	111.43	-	-	-	-	-	-	-	111.427	3.30
Cafetales	894.70	-	-	-	-	-	-	-	894.697	26.50
Abandono de las tierras cultivadas	-	-173.68	-	-	-	-	-	-	-173.677	-5.10
Total de emisiones de sector UTCUTS	3465.74	-173.68	3.81	0.03	0.95	33.34	80.01	8.12	3,380.19	100.0

Fuente: MARN-UCA 2010b.

Cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa

Esta práctica cuantifica las emisiones o remociones de carbono debidas a los cambios de biomasa de bosques y de otros tipos de vegetación leñosa que son consecuencia de las actividades humanas como la extracción de madera a través de métodos planificados o extractivos que no lleven a la deforestación. Por tal razón, los bosques y otros tipos de vegetación que están sometidos a este tipo de actividad tienden a su recuperación y, por lo tanto, se hace necesario cuantificar su crecimiento que los hace también sumideros. Esta cuantificación indica si la práctica es considerada como emisor o como sumidero de GEI en el balance total. Al comparar la fijación de carbono por el crecimiento de plantaciones forestales, por bosques gestionados y por árboles ubicados fuera de áreas boscosas con el carbono emitido por el aprovechamiento y uso de leña, el valor neto es negativo con una emisión neta de 1,333 Gg de CO₂ (ver Tablas 17 y 18).

Tabla18. Tipos de cambios cuantificados y balance de CO₂

Tipo	Descripción para El Salvador	Balance de emisiones (Gg CO ₂)
Cambios de biomasa en plantaciones forestales	Dado que no se contó con datos completos de plantaciones aprovechadas en El Salvador para el año 2005, se consideraron las especies forestales más importantes. El resto de plantaciones forestales fue agrupado en la categoría de otras especies. Las plantaciones fueron diferenciadas en plantaciones con y sin manejo.	(-)111.13 (sumidero)
Cambios de biomasa en bosques	Para este INGEI del año 2005, se contó con estadísticas del Sistema de Información Forestal que se refieren principalmente al control de las guías de transporte. Se tuvo información de planes de manejo forestal que se incluyen en las estadísticas a partir del año 2001. Se estimó una tasa de crecimiento anual suponiendo que los bosques manejados son sostenibles (el volumen aprovechado en un año es igual al volumen que se recupera en un año).	(+)1.26 (fuente)
Cambios de biomasa en otros tipos de vegetación leñosa	Se incluyen cafetales bajo sombra, árboles fuera de bosques y leña. Respecto a los cafetales arbolados no se tiene certeza de los árboles que son aprovechados; por ello, se consideró que la madera producto de los cafetales se debe al cambio del uso. Esta madera fue contabilizada en el apartado de conversión de bosques y praderas; solamente se contabilizó el crecimiento promedio de los árboles. Para estimar la cantidad que existe fuera del bosque y que podrían reportar un crecimiento, se consideró la densidad media de árboles por hectárea por clase de uso no boscoso.	(-)1,874.83 (crecimiento de árboles-sumidero) (+)3,319.24 (leña-fuente)

Fuente: MARN-UCA 2010b.

Conversión de bosques y praderas

La conversión de bosques se refiere a la pérdida o eliminación del bosque por diferentes causas. Aunque no se dispone de un estudio concreto para El Salvador, la principal causa de deforestación es debido a la expansión urbana que está afectando a los bosques y manglares, además de la demanda por leña, madera y nuevas tierras para cultivos.

La eliminación parcial inmediata del bosque fue contabilizada por quema, por el aprovechamiento de algunos productos forestales, por la descomposición debido a años de materia muerta en el sitio y la permanencia de algunos árboles y vegetación en un nuevo uso de la tierra.

El análisis consideró los tipos de bosques existentes, según el Sistema de Zonas de Vida, y diferenció contenidos de biomasa según su tipo, pero además, hizo un análisis separado de otros tipos de bosques, tales como: los de coníferas, los de manglares y los de cafetales con cobertura arbórea densa.

Las emisiones netas de la conversión de bosques y praderas ascienden a 2,132.71 Gg de CO₂, lo que representa el 65.7% de este sector, y la principal causa de esto es la conversión de bosques latifoliados y de cafetales. (ver Tabla 17).

El abandono de tierras cultivadas

En esta categoría se incluyen las tierras cultivadas o dedicadas al pastoreo, que han sido abandonadas y presentan un proceso de regeneración natural que fija carbono. Las tierras cultivadas en abandono fueron determinadas mediante mapas disponibles y más recientes de uso de la tierra. Sin embargo, debido a la dificultad de clasificarlos por edad, se determinó considerar en el inventario solamente los bosques secundarios con edades menores de 20 años. El total de absorción por abandono de tierras cultivadas fue de 173.66 Gg de CO₂.

Emisión o absorción de CO₂ en los suelos debido al manejo y cambio de uso de la tierra

Los suelos también experimentan pérdida de carbono después de la conversión, sobre todo cuando la tierra se cultiva. La conversión de praderas en tierras de labranza también da origen a emisiones de CO₂, principalmente de los suelos. Para El Salvador, no existen datos sobre emisiones de CO₂ procedentes de los suelos minerales, por lo tanto, no se incluyeron en el inventario del año 2005.

3.2.4. Desechos

En este sector se contabilizan las emisiones de metano provenientes de las actividades de disposición de residuos sólidos y del tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales). Asimismo, se reportan las emisiones de óxido nitroso procedentes de la disposición de excrementos humanos. No se incluyen las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración de residuos debido a que no se han encontrado indicios de que esta actividad se realice de forma significativa¹² en el país. El 85% de las emisiones de este sector proviene de la disposición de desechos sólidos en tierra (ver Tabla 19). La mayor parte (92.81%) de las emisiones equivalentes del sector de desechos se vincula a la emisión de metano en los procesos de descomposición de los residuos sólidos y aguas residuales y solo el 7.19% de las emisiones equivalentes del sector se deben a emisiones de N₂O.

¹² En el caso de la incineración de desechos hospitalarios, aunque algunos hospitales cuentan con incineradores, ninguno de ellos se encuentra en operación. Los hospitales públicos y privados envían sus residuos al relleno sanitario de Nejapa (Cruz, R., 2005 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social El Salvador).

Tabla 19. Emisiones totales por tipo de GEI en Gg y en GgCO₂e, para el sector de desechos.

Fuentes de GEI y categorías incluidas en el sector de desechos	CO ₂	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CH ₄ (GgCO ₂ e)	N ₂ O (Gg- CO ₂ e)	Total (Gg- CO ₂ e)	%
Disposición de desechos sólidos en tierra	NE	64.99	-	1,364.98	-	1,364.98	85.0
Disposición de desechos sólidos en vertederos controlados	NE	47.36	-	994.581	-	994.581	61.9
Disposición de desechos sólidos en vertederos no controlados	NE	17.64	-	370.398	-	370.398	23.1
Tratamiento de las aguas residuales	NO	5.98	0.294	125.537	115.52	241.056	15.0
Efluentes y lodos industriales	NO	3.55	-	74.567	-	74.567	4.6
Aguas residuales domésticas y del comercio	NO	2.43	0.294	50.969	115.52	166.489	10.4
Total de emisiones del sector de desechos	NO	70.98	0.294	1,490.52	115.52	1,606.04	100

Nota: NO = no ocurre; NE = no estimado.

Fuente: MARN-UCA 2010b.

Disposición de residuos sólidos en tierra

Dentro de esta categoría de fuente, se consideran la disposición de residuos en vertederos no controlados (botaderos a cielo abierto) y la disposición de residuos en vertederos controlados (relleno sanitario). Las emisiones de CH₄ provenientes de la disposición de residuos sólidos en tierra ascienden a 64.999 Gg, lo que equivale al 92% de las emisiones totales del sector. De estas emisiones, el 73% corresponde a CH₄ emitido desde vertederos controlados, mientras que el restante 27% del metano se emite desde vertederos de residuos sólidos no controlados.

Tratamiento de aguas residuales

Esta categoría de fuentes incluye el tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales, así como el tratamiento de aguas residuales industriales. Las emisiones de CH₄ provenientes del tratamiento de aguas residuales mediante procesos anaeróbicos, ascienden a 2.437 Gg, lo que equivale al 3% de las emisiones totales de metano del sector. Por otro lado, las emisiones indirectas de N₂O procedentes del excremento humano se estiman en 0.373 Gg.

En la categoría de aguas residuales industriales, se determinaron las emisiones de metano procedentes del tratamiento anaeróbico de este tipo de aguas generadas en los procesos de beneficiado de café, rastos y de producción de azúcar de caña, alcohol y lácteos. Las emisiones de CH₄ provenientes del tratamiento de aguas residuales industriales mediante procesos anaeróbicos ascienden a 3.551 Gg, lo que equivale al 5% de las emisiones de metano del sector. El 51% de esas emisiones proviene de la producción de caña de azúcar; el 18% de la producción de alcohol; el 16% de los rastos; el 13% del beneficiado de café; y el 2% de la producción de lácteos.

3.2.5. Comparación de inventarios de gases de efecto invernadero

Con la finalización del INGEI 2005, El Salvador cuenta con tres inventarios. Sin embargo, para el inventario realizado en 1994, fue empleada una metodología que solo aporta valores por defecto y que no puede ser utilizada a modo comparativo con los datos actuales. En cambio, al considerar que tanto el INGEI 2005 como el de 2000 fueron realizados con el uso de la misma metodología, pueden ser comparados. En este sentido, se establece el INGEI 2000 como la línea de base de los próximos inventarios (ver Tabla 20). Como se observa en los datos comparativos, entre 2000 y 2005 ocurrió una disminución en las emisiones de CO₂, que se debe, principalmente, a la disminución de los aportes en el sector UTCUTS, ya que el sector de energía, el principal en las emisiones de CO₂, experimentó un aumento para 2005.

Las emisiones de metano muestran un aumento en el período analizado, donde la fuente principal proviene de los sectores de agricultura y de desechos. El mismo comportamiento se presenta para el aumento de emisiones a partir de óxido nitroso, donde las actividades que mayor aporte hacen son las contempladas en el sector agricultura y en el de desechos sólidos y líquidos.

Tabla 20. Datos comparativos de emisiones de GEI para los inventarios realizados en los años 2000 y 2005

Sector	CO ₂		CH ₄ (GgCO ₂ e)		N ₂ O (GgCO ₂ e)		Total (GgCO ₂ e)	
	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Energía	5,110.73	5,620.19	261.938	219.971	76.638	69.536	5,449.31	5,909.70
Procesos industriales	444.244	442.078	-	-	-	-	444.244	442.078
Agricultura	-	-	1,409.88	1,650.14	1,102.70	1,465.25	2,512.58	3,115.40
UTCUTS	4,189.54	3,292.06	80.006	80.009	8.12	8.12	4,277.67	3,380.19
Desechos	-	-	1,167.19	1,490.52	91.225	115.52	1,258.41	1,606.04
Emisiones totales en CO₂e	9,744.52	9,354.33	2,919.01	3,440.64	1,278.68	1,658.43	13,942.21	14,453.40

Fuente: MARN-UCA 2010b.

Sector energía

Las emisiones de dióxido de carbono muestran una tendencia creciente para el sector de energía, consistente con el crecimiento del consumo nacional de hidrocarburos. Por el contrario, las emisiones de metano y óxido nitroso muestran decrecimiento.

La revisión de las cifras muestra que esta disminución ocurre en los subsectores comercial e institucional y residencial. La principal causa de esta tendencia, aparentemente anómala, está relacionada con el consumo de leña para fines domésticos, el cual ha disminuido como resultado de la mayor penetración del gas propano para estas actividades.

Las mayores emisiones del sector de energía corresponden a transporte por carretera, industria energética e industria manufacturera y de la construcción. En consonancia con ese comportamiento de las emisiones, los consumos de diésel, fuel oil y gasolina se encuentran en esas categorías.

Procesos industriales

Las emisiones de CO₂ generadas en la producción de cal muestran una disminución de más de 95% de acuerdo a la estimación del volumen de producción de cal reportado en las estadísticas nacionales oficiales.

Las emisiones de CO₂ debidas a la utilización de piedra caliza y dolomita muestran una disminución del 99.2% respecto del año 2000.

Agricultura

Las emisiones de CH₄ procedentes de la fermentación entérica del ganado doméstico muestran un incremento de 11.868 Gg, debido al aumento del hato ganadero, según datos del MAG.

Con respecto a las emisiones de CH₄ procedentes de la producción de arroz de inundación, se tiene una disminución de 0.261 Gg, consistentes con la reducción del área dedicada a este cultivo.

Las emisiones de CH₄ procedentes de la categoría de fuente de quema prescrita de sabanas presentan una disminución 0.054 Gg. Las emisiones de gases de NO_x resultaron con una disminución de 0.02 Gg, y las emisiones de N₂O se mantuvieron en 0.005 Gg. La quema prescrita de sabanas aportó 10.34 Gg de CO que es una reducción del 1.16 Gg de emisión de ese gas.

La quema en el campo de residuos agrícolas presenta una disminución de 0.11 Gg, el N_2O aumentó y el NO_x disminuyó. Con relación a las emisiones de monóxido de carbono, se tuvo una disminución de 2.315 Gg. Este comportamiento de emisiones es consistente con las acciones a favor de la reducción de quemas de cultivos promovida por el MAG en estos últimos años.

Las emisiones directas de N_2O por los cultivos en los suelos agrícolas resultaron mayores en 1.089 Gg. Esto se debe a que hay un incremento en la importación de abonos.

Sector de uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)

Si bien se ha generado una disminución en el balance general de emisiones desde 2000, este sigue siendo negativo, es decir, El Salvador sigue siendo un emisor neto de GEI debido a cambios en el uso de la tierra. La conversión de bosques también es un emisor importante que mantiene constancia en el período analizado.

Desechos

En la categoría de disposición de residuos sólidos en tierra se observa un aumento del 32%. Una de las causas de este incremento es la entrada en operación de nuevos rellenos sanitarios.

Las emisiones de CH_4 provenientes del tratamiento de aguas residuales mediante procesos anaerobios es un 7% mayor que el reportado para el año 2000, debido al aumento de la cobertura del servicio de alcantarillado sanitario.

Las emisiones indirectas de N_2O procedentes del excremento humano representan un aumento del 37% con respecto a lo reportado para el año 2000. Esto se debe, por un lado, a un aumento en el consumo per cápita de proteína y al incremento en la población.

Las emisiones de CH_4 provenientes del tratamiento de aguas residuales industriales mediante procesos anaerobios presenta una disminución del 18% debido a la caída en los volúmenes de producción de café y alcohol reportados, y el menor número de cabezas sacrificadas.

Capítulo IV



Vista panorámica desde Parque Nacional Montecristo hacia el volcán de San Salvador

Medidas de Cumplimiento de la Convención

Capítulo IV

Medidas de Cumplimiento de la Convención

El Salvador ratificó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1995, y el Protocolo de Kioto, en 1998. Bajo la Convención, los compromisos de los países en desarrollo se desglosan en el párrafo I del artículo 4. Entre los más relevantes se encuentran los siguientes:

- a. Elaborar inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- b. Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales con medidas orientadas a mitigar el cambio climático, así como medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático.
- c. Promover tecnologías, prácticas y procesos para controlar, reducir o prevenir las emisiones en los distintos sectores (energía, transporte, industria, agricultura, silvicultura y gestión de desechos).
- d. Promover la gestión sostenible, la conservación y el reforzamiento de los sumideros y depósitos (biomasa, bosques, océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos).
- e. Elaborar planes apropiados e integrados para la ordenación de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura, y para la protección y rehabilitación de las zonas afectadas por la sequía y la desertificación, así como por las inundaciones.
- f. Considerar el cambio climático en políticas y medidas sociales, económicas y ambientales, y realizar evaluaciones de impacto de los proyectos para mitigar el cambio climático o adaptarse a él con miras a reducir sus efectos adversos en la economía, la salud pública y el medio ambiente.
- g. Promover la investigación, la observación sistemática y archivos de datos relativos al sistema climático, para facilitar la comprensión del cambio climático y de las consecuencias económicas y sociales de las estrategias de respuesta y para reducir o eliminar los elementos de incertidumbre que aún subsisten.
- h. Promover la educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del cambio climático y estimular la participación más amplia posible en ese proceso.

A continuación se presentan las principales acciones realizadas en el país para darle cumplimiento a esos compromisos. Se destaca la diferencia entre los esfuerzos desarrollados antes y después de 2009.

4.1. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

A la fecha, El Salvador cuenta con tres inventarios correspondientes a 1994, 2000 y 2005. El primer inventario se elaboró para la Primera Comunicación Nacional que se presentó en el año 2000 y los últimos dos, para esta Segunda Comunicación. Es importante destacar que a finales de 2011 la Conferencia de las Partes decidió en Durban (Sudáfrica) que los países en desarrollo, excepto los países menos adelantados y los pequeños estados insulares, deberán presentar informes bienales de actualización. El primer informe bienal debería presentarse para diciembre 2014 y el inventario debe corresponder a un año previo que no exceda en cuatro años al año de presentación del informe (Decisión 2/CP.17, párrafo 41). Por lo tanto, el cuarto inventario de El Salvador tendría que corresponder al año 2010 o años posteriores.

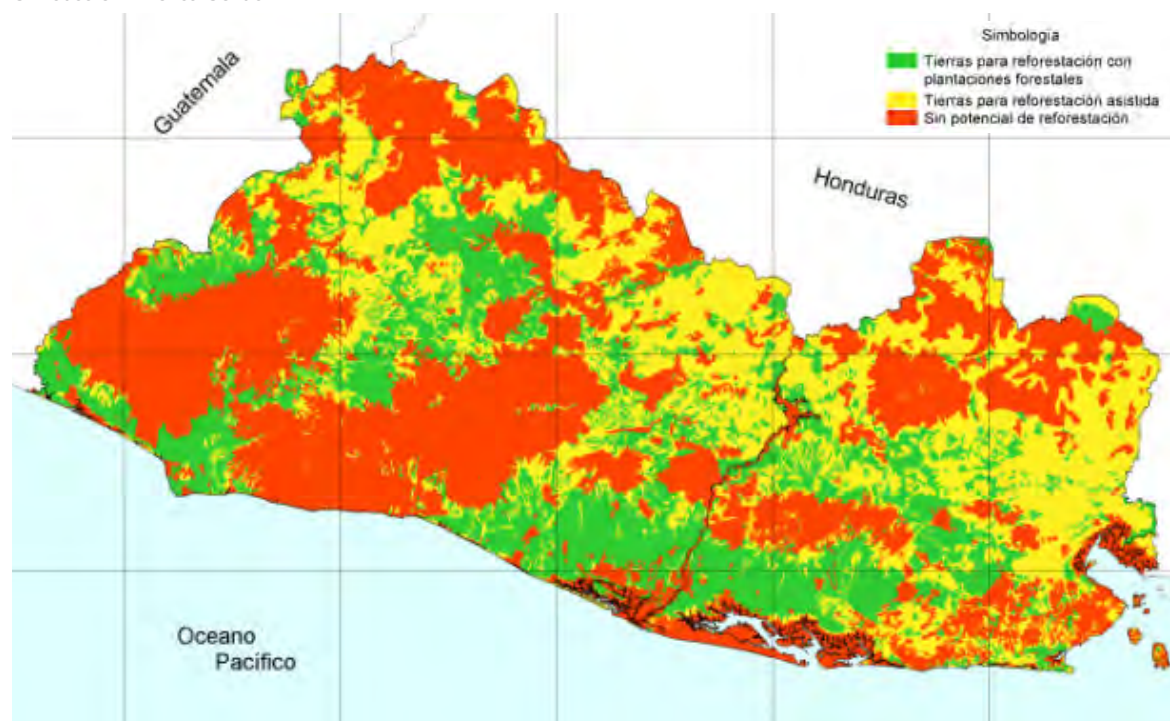
4.2. Mitigación del cambio climático y adaptación antes de 2009

En materia de mitigación, los esfuerzos del Gobierno de El Salvador, luego de la creación en 1997 del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) hasta la llegada de la Administración del Presidente Mauricio Funes, en junio de 2009, se concentraron en la búsqueda de oportunidades para acceder al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), establecido por el Protocolo de Kioto. En materia de adaptación, la preocupación principal expresada en la Primera Comunicación tuvo que ver con la seguridad alimentaria y el sector de granos básicos.

4.2.1. Búsqueda de opciones de mitigación para acceder al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

En la década del 2000, se identificaron opciones potenciales de mitigación en distintos sectores para la elaboración de proyectos que pudiesen ser registrados en el MDL, con el fin de acceder a los mercados de carbono. Por ejemplo, bajo el Proyecto Bosques y Cambio Climático en América Central, se desarrollaron estudios en todos los países de Centroamérica para identificar las “tierras Kioto” donde se podía plantar más árboles o regenerar los bosques de manera natural para aumentar su capacidad como sumideros de carbono. Así, se identificaron 415 mil hectáreas donde se consideraba que podían desarrollarse proyectos para acceder al MDL: 196 mil para plantaciones y sistemas agroforestales, y 219 mil para reforestación asistida. De esa manera se estimaba que se podrían fijar 27.2 millones de toneladas de carbono en una década (entre 2003 y 2012), que podrían ser certificadas como reducciones de emisiones (Ver Mapa 6).

Mapa 6. Proyectos MDL propuestos en el sector forestal para El Salvador en 2003 bajo el Proyecto FAO-CCAD Bosques y Cambio Climático en América Central



Fuente: Alpizar y otros. El Salvador frente al cambio climático. MARN-FAO, 2003.

La perspectiva era sumamente optimista pues se decía que Centroamérica representaba cerca de un 8% del mercado mundial del MDL y que podía capturar 24.3 millones de toneladas de carbono por año en 2.6 millones de hectáreas que podían dedicarse a plantaciones, sistemas agroforestales y la regeneración inducida de bosques (Alpizar et al., 2003).

Casi una década después de esa propuesta, en la base de datos del MDL se registraba solamente un proyecto de este tipo para toda Centroamérica: un proyecto muy pequeño de reforestación en Nicaragua registrado en mayo de 2011, al que se le contabilizaba una reducción de emisiones de apenas 7,915 toneladas de carbono por año.

El Salvador tuvo más éxito con los proyectos MDL en otros sectores, pues se logró registrar ante ese mecanismo un proyecto en el sector de desechos (relleno sanitario de Nejapa), cinco proyectos en el subsector de generación de energía eléctrica y un proyecto de cocinas ahorradoras de leña (ver Tabla 21).

Tabla 21. Proyectos MDL en El Salvador

Proyecto y período	Descripción	Reducción de emisiones TCO ₂ eq/año
Relleno sanitario de Nejapa (2006-2013)	El propósito del proyecto es recuperar y utilizar el gas metano que emana del relleno sanitario de Nejapa. Bajo la fase I, se diseñó, se construyó y entró en operación un sistema de recolección y procesamiento de gas metano proveniente del relleno sanitario. El diseño, la construcción y la operación del sistema de conversión del biogás a energía constituye la fase II del proyecto. La producción de electricidad se estima en 3 MW en 2007, hasta 4 MW en 2012.	183,725
Cogeneración en ingenio Central Izalco (2003-2010)	El proyecto aumentó la capacidad de generación de energía del ingenio mediante la instalación de calderas de alta eficiencia y turbogeneradores para el mejor uso de bagazo de caña de azúcar, un subproducto del proceso de producción. El proyecto consta de dos fases. Bajo la fase I, completada en 2003, se instaló una caldera y un generador de 20 MW. La fase II se completó en noviembre de 2005, con la instalación de una caldera adicional y un generador turbo de 25 MW.	45,750
Cogeneración en ingenio El Ángel (2003-2010)	El proyecto aumentó la capacidad de generación de energía del ingenio a través de la instalación de calderas de alta eficiencia y turbogeneradores para la mejor utilización de bagazo de caña. El proyecto consta de tres fases. En la fase I, completada en 2003, se instaló un turbogenerador de condensación de 12 MW. En la fase II, completada en 2004, se instaló un turbogenerador de contrapresión 12.5MW. En la fase III, completada en 2008, se instaló un turbogenerador de contrapresión de 11.5 MW y una nueva caldera.	25,285
Planta Geotérmica de Berlín (2007-2014)	Con este proyecto, la Planta de Energía Geotérmica de Berlín aumentará el uso eficiente de los recursos geotérmicos a través de la conversión capaz de transferir el calor residual de un fluido geotérmico a un fluido orgánico, aplicando un ciclo binario termodinámico.	44,141
Planta Geotérmica de Berlín, fase II (2006-2012)	El proyecto aumentará la capacidad de generación de energía eléctrica en la Planta de Energía Geotérmica de Berlín a través de la perforación de nuevos pozos geotérmicos y la instalación de una unidad de condensación. Las dimensiones del yacimiento y las características son suficientes para sostener una planta de 44 MW de energía para la vida útil del proyecto, con un agotamiento esperado del campo de aproximadamente 1% por año.	176,543
Proyecto Hidroeléctrico El Chaparral (2012-2018)	Los objetivos del proyecto son: satisfacer el incremento en la demanda de electricidad por medio de recursos hidroeléctricos de una manera competitiva y sostenible, reducir la dependencia del petróleo, reemplazándolo por fuentes de energía renovable; hacer eficiente el uso de la capacidad hidroeléctrica del río Torola; y promover el desarrollo y las fuentes alternativas de energía.	144,091
Proyecto de Turbococinas (2010)	El objetivo del proyecto es aumentar la eficiencia en el uso de la leña en el país mediante la distribución de turbo-cocinas a 120,000 hogares y 3,500 escuelas. Las turbo-cocinas tienen una eficiencia muy superior a las cocinas semi-abiertas tradicionalmente utilizadas en El Salvador.	46,584

Fuente: elaboración propia a partir de las bases de datos del MDL

4.2.2. Propuestas de adaptación para el sector de granos básicos enfocadas en la seguridad alimentaria

Para la Primera Comunicación, se construyeron escenarios para el sector de granos básicos que proyectaban una reducción en la productividad atribuible al cambio climático, y por lo tanto, problemas serios de abastecimiento de alimentos con graves consecuencias sociales y económicas, de no implementarse medidas de adaptación que permitiesen reducir las pérdidas derivadas de los cambios del clima.

En tal sentido, se proponían las siguientes medidas de adaptación que en su mayoría solamente comenzaron a ser atendidas después de 2009: (a) sembrar variedades con mayor capacidad de resistir los efectos adversos del cambio climático y generar nuevas variedades resistentes a plagas y enfermedades, tolerantes a la sequía y la salinidad; (b) mejorar los sistemas de suministro de agua e irrigación e incorporar la cobertura vegetal al suelo para reducir la pérdida de humedad del suelo y la estacionalidad de la producción; (c) implementar programas de zonificación agrícola para una mejor utilización del recurso suelo y ajustar las épocas de siembra de acuerdo con los pronósticos del clima; (d) incentivar la producción de granos básicos y aumentar la asistencia técnica y financiera para los productores; (e) promover el mercado de seguros y reaseguros de cosechas para compensar las pérdidas ocasionadas por desastres generados por eventos de origen natural; y (f) fortalecer las entidades enfocadas en la producción y la seguridad alimentaria e implementar sistemas de vigilancia alimentaria para responder a las necesidades de abastecimiento de la población y garantizar el mercado a los productores.

4.2.3. Estudios sobre vulnerabilidad y adaptación

Basándose en los resultados de la Primera Comunicación, el MARN coordinó los siguientes estudios para lograr una mejor comprensión de los desafíos de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador:

- a. Diagnóstico del estado actual del conocimiento y propuesta de una estrategia para la creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador (MARN-GEF, 2001).
- b. Evaluación de las políticas para enfrentar la sequía en El Salvador dentro del marco del desarrollo y la transferencia de tecnologías de adaptación ante la variabilidad y cambio global del clima (MARN, 2003).
- c. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador (MARN-GEF-PNUD, 2007).

4.3 Adaptación al cambio climático y mitigación después de 2009

El abordaje de los temas asociados al cambio climático tuvo un vuelco radical después de 2009. Tres fueron los factores principales que incidieron en ese viraje:

- a. La llegada de una nueva administración con una orientación política diferente de las que gobernaron las dos décadas previas, que elevó la prioridad de la gestión de riesgos y de la gestión ambiental.
- b. Los fuertes impactos de tres eventos climáticos extremos sucesivos en 24 meses, que pusieron de manifiesto la enorme vulnerabilidad del país frente a la variabilidad climática asociada al cambio climático.
- c. El creciente reconocimiento de los tomadores de decisión en el Gobierno y en el Órgano Legislativo sobre la necesidad de impulsar medidas urgentes de gestión de riesgos y adaptación para reducir pérdidas y daños.

Como resultado, en vez de simplemente enfocarse en el desarrollo de opciones de mitigación para insertarse en los mercados de carbono como había sido la preocupación principal hasta 2009, los esfuerzos posteriores se destacan por lo siguiente:

- a. Un fortalecimiento de las capacidades para la observación sistemática del clima.
- b. Una nueva Política Nacional del Medio Ambiente (MARN-2012) aprobada en Consejo de Ministros cuyo objetivo central es: revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.
- c. Formulación y arranque de un programa de restauración de ecosistemas y paisajes rurales que representa la principal iniciativa del país para la adaptación al cambio climático.
- d. Formulación de propuesta REDD+, enmarcada en el programa de restauración, que es la primera propuesta REDD+ en el mundo bajo un novedoso enfoque de “mitigación basada en la adaptación”.
- e. Formulación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y arreglos institucionales para la coordinación gubernamental en materia de cambio climático.
- f. Reformas legislativas que promueven la integración del cambio climático en las políticas públicas y en el sistema educativo.
- g. Identificación de tecnologías prioritarias para la adaptación al cambio climático y su mitigación.
- h. Iniciativas en el sector energético que han ampliado el espacio para los esfuerzos de mitigación.
- i. Acciones de educación y sensibilización del público respecto del cambio climático.

4.3.1. Fortalecimiento de capacidades para la observación sistemática del clima

En noviembre 2009, apenas cinco meses después de que tomara posesión, el nuevo Gobierno tuvo que enfrentar su primer desastre por un evento climático extremo. Ello puso en evidencia la urgente necesidad de fortalecer los sistemas de alerta temprana. Para tal fin, el Gobierno destinó, a partir de 2010, importantes recursos para fortalecer la observación sistemática del clima y de los fenómenos asociados, lo que permitió triplicar el número de estaciones automáticas que monitorean lluvia, niveles de ríos y otras variables meteorológicas, pasando de 34 estaciones en 2009 a 102 en 2012 (ver Tabla 22). Ello incluye una red de ocho radares meteorológicos de área local que muestran la ubicación, la intensidad y el movimiento de las lluvias en todo el territorio nacional y en las zonas fronterizas.

Tabla 22. Evolución de la red de monitoreo del clima y fenómenos asociados

Tipo de estación	2009	2012
Radares	0	8
Pluviométricas	9	32
Meteorológicas	13	29
Hidrométricas	12	34
Total	34	102

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (MARN).

Para complementar ese equipamiento moderno, se ha construido una Red de 600 Observadores Locales capacitados y equipados para apoyar la observación y los sistemas de alerta temprana ante crecidas, inundaciones y deslizamientos. Además, el MARN puso en marcha un Centro de Monitoreo Integrado de Amenazas que opera las 24 horas todos los días del año, alimentado por la información

proveniente de las estaciones y de la Red de Observadores Locales. Este Centro también incluye el monitoreo sísmico, volcánico, oceanográfico y de la calidad del aire, y apoya técnicamente a la Dirección Nacional de Protección Civil.

Complementariamente, para fortalecer la capacidad de respuesta local, las 14 gobernaciones que coordinan el Sistema de Protección Civil en el ámbito departamental y 80 municipios (de un total de 262) están siendo equipados con pantallas y computadoras manejadas remotamente desde el Centro de Monitoreo a fin de trasladarles la información más relevante para cada departamento y municipio sobre la evolución de las amenazas naturales que pueden afectarles.

Adicionalmente, se están fortaleciendo las capacidades de análisis de la amenaza climática, para lo cual el MARN ha estrechado relaciones con instituciones de otros países, entre ellas: la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, el Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido, el Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales de Cuba (CIAC), el Instituto de Hidráulica de la Universidad de Cantabria (IHC) y el Instituto Hidráulico Danés (DHI).

4.3.2. Política Nacional del Medio Ambiente 2012

El 30 de mayo de 2012, el Consejo de Ministros del Gobierno de El Salvador aprobó la nueva Política Nacional del Medio Ambiente. Se trata de un importante hito, pues la anterior política fue elaborada en el año 2000, aunque la Ley del Medio Ambiente exige que esta política sea actualizada al menos cada cinco años.

Esta política tiene un carácter rector, ya que de acuerdo a la Ley de Medio Ambiente (LMA), debe guiar la acción de la administración pública central y municipal, en la ejecución de planes y programas de desarrollo (LMA, artículo 3). La importancia de esta política de Estado para el Gobierno de El Salvador quedó evidenciada por el hecho de que fue lanzada públicamente por el Presidente de la República el 5 de junio de 2012, en ocasión de la conmemoración del Día Mundial del Medio Ambiente.

La Política Nacional del Medio Ambiente 2012 retoma las preocupaciones fundamentales sobre la problemática ambiental del país y se alimentó de una amplia consulta pública territorial y sectorial, y de los últimos estudios e informes que confirman la grave situación de degradación ambiental del país y la amenaza creciente que supone el cambio climático.

Frente a la problemática de riesgo ambiental generalizado, esta política define un objetivo central que es *revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad ambiental frente al cambio climático*. Para lograr ese objetivo propone seis líneas prioritarias de acción:

- a. Adaptación al cambio climático y reducción de riesgos.
- b. Restauración de ecosistemas y paisajes degradados.
- c. Gestión integrada del recurso hídrico.
- d. Integración de la dimensión ambiental en el ordenamiento territorial.
- e. Saneamiento ambiental integral.
- f. Responsabilidad y cumplimiento ambiental.

La Política Nacional del Medio Ambiente 2012 exige un esfuerzo nacional de gran magnitud que deberá sostenerse por años e incluso décadas con el respaldo y la participación de la ciudadanía, así como el accionar coordinado del Estado.



Para lograr la necesaria coordinación, se está impulsando un proceso de fortalecimiento institucional para activar y poner en funcionamiento, de manera efectiva, el mecanismo de coordinación de la gestión ambiental pública que estableció la Ley de Medio Ambiente: el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente (SINAMA), integrado por los ministerios e instituciones autónomas del Gobierno Central y las municipalidades. Esto es particularmente importante para las estrategias y medidas de adaptación al cambio climático, que requieren un proceso amplio de coordinación y apropiación por parte de las diversas instancias de Estado.

La Política Nacional del Medio Ambiente ofrece el marco global para la Estrategia Nacional del Medio Ambiente y su Plan de Acción -en formulación, a diciembre de 2012- que también son exigidos por la Ley del Medio Ambiente. Esta Estrategia Nacional incluye cuatro estrategias nacionales (Cambio Climático, Recursos Hídricos, Biodiversidad y Saneamiento Ambiental) y cuatro temas transversales: participación e inclusión, responsabilidad y cumplimiento, ordenamiento territorial y reducción de riesgos.

4.3.3 Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes: iniciativa bandera para la adaptación

El Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP), lanzado públicamente en junio de 2012, constituye la principal apuesta del país para sentar bases orientadas a la adaptación y resiliencia en los territorios frente a la amenaza climática creciente. El PREP propone una intervención integral de los paisajes y territorios continuos a través de tres componentes:

- a. Desarrollo de una agricultura resiliente al clima y amigable con la biodiversidad.
- b. Desarrollo sinérgico de la infraestructura física y la infraestructura natural.
- c. Restauración y conservación inclusiva de ecosistemas críticos.

Agricultura y ganadería resiliente al clima y amigable con la biodiversidad. Reconociendo que las actividades agropecuarias representan el uso del suelo más extensivo en el país, este componente busca iniciar la transición de una agricultura basada fuertemente en prácticas del “suelo limpio”, de la quema y el uso intensivo de agroquímicos que contaminan el suelo y las fuentes de agua, y destruyen la biodiversidad, hacia una agricultura y actividad pecuaria más sostenible y más resistente a la amenaza climática. Mediante la expansión masiva de la agro-forestería y de las prácticas de conservación de suelos y agua, el cambio de pastos y la semi-estabulación del ganado, se espera recuperar fertilidad y aumentar la cobertura de vegetación a gran escala, mejorando así la regulación hídrica. Ello, junto con la reducción del uso de agroquímicos, mejorará las condiciones para conservar la diversidad biológica (de especies, ecosistemas y genética) y garantizará la capacidad productiva en el mediano y largo plazo. Adicionalmente, aumentará la captura de carbono en el suelo y la vegetación, contribuyendo de esta manera a la mitigación del cambio climático.

Desarrollo sinérgico de la infraestructura física y la infraestructura natural. La infraestructura física, en El Salvador, particularmente la infraestructura vial, es muy vulnerable a la variabilidad climática y ha sido fuertemente impactada por el aumento de la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos. Nuevos parámetros de diseño pueden reducir esa vulnerabilidad, pero elevan significativamente sus costos, por lo que combinar las inversiones en infraestructura física con inversiones dirigidas a desarrollar infraestructura natural puede ser más costo eficiente. Por ejemplo, la expansión de la agro-forestería en las cuencas y la recuperación de los bosques de galería mejorarían la regulación hídrica y contribuirían a proteger puentes y puertos. Además, permitirían restablecer y ampliar corredores biológicos, creando un entorno más favorable para conservar la biodiversidad.

Restauración y conservación inclusiva de ecosistemas críticos. La restauración y la conservación inclusiva de bosques, manglares y humedales es esencial para sustentar actividades productivas, asegurar los medios de vida de las comunidades locales, conservar la biodiversidad y reducir el riesgo climático.

Especial atención merecen los ecosistemas forestales, áreas naturales terrestres y ecosistemas costeros marinos, y de manera muy especial, los manglares, con el fin de recuperar su rol de protección contra marejadas y tsunamis, reducir la erosión costera y fortalecer su funcionalidad como zonas reproductoras de una gama amplia de especies marinas. La restauración y el manejo integrado de humedales es vital para mantener la capacidad de almacenamiento de nutrientes y agua, proteger contra crecidas e inundaciones y garantizar los sitios de cría, reproducción y desarrollo de cientos de especies de alto valor proteínico y económico. Un aspecto central que no puede soslayarse es que la restauración y conservación solo podrá sostenerse en el tiempo y en el territorio si se arraiga en las prácticas locales a través de una gestión inclusiva, apoyada en la acción comunitaria y la coordinación efectiva de los gobiernos locales y las institucionales públicas nacionales.

A través de esos tres componentes, el PREP se propone cuatro grandes metas:

- a. Retener el suelo y mejorar su fertilidad.
- b. Mejorar la regulación hídrica en las cuencas.
- c. Restaurar y conservar ecosistemas críticos (manglares, bosques de galería y humedales).
- d. Absorber y fijar dióxido de carbono (CO₂) en el suelo y la vegetación.

Los resultados esperados del PREP apuntan hacia: la reducción del riesgo y las pérdidas en infraestructura y producción agrícola; el incremento en la productividad y producción agrícola; la creación de un mejor entorno para la conservación de la diversidad biológica del país; y la mitigación del cambio climático.

El programa exige, por un lado, acuerdos políticos interministeriales de alto nivel entre el MARN, el MAG, y el Ministerio de Obras Públicas (MOP). Por otra parte, exige construir acuerdos con pequeños, medianos y grandes productores, ONG, municipalidades y otros actores locales, para definir planes y acciones conjuntas para impulsar la agricultura sostenible con productores pequeños y medianos, y cooperativas; promover el cambio de prácticas con grandes productores de caña de azúcar, café y ganaderos, y promover la recuperación de infraestructura natural para la reducción de riesgos y proteger la infraestructura física.

Aunque se pretende desarrollar este programa a gran escala hasta abarcar la mitad del territorio del país, el programa está arrancando con el capital humano, social y financiero existente en tres territorios representativos de los retos de adaptación dentro de la cuenca del río Lempa, la más importante del país: (i) Bajo Lempa; (b) Micro Región Humedal Cerrón Grande en la cuenca media y (c) Mancomunidad La Montañona en la cuenca alta (ver Mapa 7).

Entre las actividades realizadas hasta diciembre de 2012, se destacan las siguientes:

- a. Inventario de los promotores y productores de la agricultura sostenible en El Salvador.
- b. Talleres participativos de planificación en los territorios priorizados, con el objetivo de generar una visión concertada del territorio y formular un plan de trabajo para impulsar la agricultura y la ganadería sostenibles, así como la restauración y la conservación de ecosistemas a escala de paisaje.
- c. Elaboración del informe “Recomendaciones para la promoción y escalamiento de la agricultura sostenible con pequeños agricultores para el PREP de El Salvador”, que identifica entre los elementos clave para el PREP el fortalecimiento de los espacios locales de diálogo y la importancia de ejecutar inversiones públicas estratégicas. También propone opciones para facilitar la transición desde la agricultura y la ganadería convencionales, entre ellas: la innovación y la transferencia de conocimiento en áreas como: la conservación de suelos, semillas

criollas, control de plagas, facilitación del acceso a mercados e incentivos (crédito y capitalización, reconocimiento de buenas prácticas, precios diferenciados, paquetes orgánicos, etc.).

- d. Firma de un acuerdo de cooperación entre el MARN y el MAG, en el que se establece un marco general para la promoción de prácticas agropecuarias alternativas en los territorios piloto, incluyendo la eliminación paulatina de la quema en la cosecha de la caña de azúcar (zafra verde).
- e. Firma de un acuerdo entre el MARN y el MOP para promover la utilización de la vegetación o infraestructura verde en conjunto con la obra gris (infraestructura física), a fin de reducir la vulnerabilidad de la infraestructura física (por ejemplo, puentes) ante la variabilidad climática.
- f. Formulación de proyectos a ser presentados a distintas fuentes para desarrollar actividades PREP.

4.3.4. REDD+ para El Salvador: primera propuesta a nivel mundial basada en un enfoque de “mitigación basada en la adaptación”

Mapa 7. Áreas prioritarias del PREP



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN 2012.

En octubre 2012, el comité de participantes del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF, por sus siglas en inglés) avaló la propuesta de preparación de la estrategia REDD+ para El Salvador (Readiness Preparation Proposal, R-PP) y señaló que la misma “ofrece buenas oportunidades para que otros países REDD aprendan de la experiencia de El Salvador” (Resolución PC/13/2012/1). Al mismo tiempo, autorizó una donación de hasta US\$3,6 millones para apoyar a El Salvador en la formulación de su estrategia REDD+.

Es importante destacar que la vinculación de El Salvador en el proceso REDD bajo el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) comenzó antes de 2009, pero tuvo un viraje importante después de 2009. En octubre 2007, cuando la iniciativa FCPF todavía no se había lanzado oficialmente¹³, el Gobierno de El Salvador, a través del MARN, solicitó la inclusión de El Salvador en

¹³ Presentada en diciembre 2007 en Bali durante la COP13 de la Convención de Cambio Climático.

esa iniciativa, bajo el entendido que el objetivo del FCPF sería “catalizar el mercado para los créditos de emisiones de carbono de la deforestación evitada”¹⁴.

Bajo esa lógica y siguiendo la orientación de políticas de esa década, en febrero de 2009 el MARN presentó al FCPF una nota de idea de Plan de Preparación (Readiness Plan Idea Note, R-PIN) que mencionaba entre las políticas y programas necesarios para reducir la deforestación y la degradación forestal, un programa de pago por servicios ambientales a propietarios de tierras forestales, el desarrollo de proyectos forestales para ser presentados al MDL y una serie de iniciativas enfocadas en las áreas protegidas.¹⁵

Sobre la base de este R-PIN, la segunda reunión del Comité de Participantes del FCPF, realizada en marzo 2009 en Panamá, seleccionó a El Salvador como país REDD participante. El acuerdo de participación entre el FCPF y el MARN se firmó el 28 de mayo de 2009, tres días antes del cambio de gobierno (1 de junio de 2009).

No obstante, el proceso entró en pausa durante casi año y medio mientras las nuevas autoridades del MARN definían las orientaciones a seguir en este proceso. Un hito importante en ese camino fue el lanzamiento público el 9 de septiembre de 2010 por parte del ministro de Medio Ambiente, Herman Rosa Chávez, del concepto de “mitigación basada en la adaptación” durante el Diálogo Mesoamericano de Bosques, Gobernanza y Cambio Climático, reunión realizada en San Salvador.

En diciembre de 2010, la Conferencia de las Partes decidió en Cancún intensificar la mitigación en países en desarrollo bajo la modalidad REDD+ (Decisión 1/CP.16, párrafos 70-74) y adoptó una serie de lineamientos y salvaguardias para el desarrollo de esos programas (Decisión 1/CP.16, Apéndice I).

Entre otros lineamientos, se decía que los programas REDD+ deberían: ser compatibles con las necesidades de adaptación de los países; llevarse a cabo de conformidad con las circunstancias, los objetivos y las prioridades de desarrollo y capacidades de los países, respetando su soberanía; aplicarse en el contexto del desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza, respondiendo al mismo tiempo al cambio climático; y ser compatibles con el objetivo de la integridad ambiental y tener en cuenta las múltiples funciones de los bosques y otros ecosistemas.

Bajo ese marco, en enero de 2011, el Gobierno de El Salvador le expresó al FCPF el interés de “construir en El Salvador un caso de REDD enfocado en la restauración de ecosistemas para la reducción de riesgos que es nuestra gran prioridad en materia de adaptación”¹⁶, a partir del enfoque de mitigación basado en la adaptación.

Las diferencias en el abordaje de REDD+ en El Salvador antes y después de 2009 son significativas, comenzando por el enfoque mismo (ver Tabla 23).

Antes del 2009, seguía la tónica de las propuestas de esa década enfocadas en la mitigación, el acceso a los mercados de carbono y co-beneficios muy limitados basado en las áreas protegidas. El enfoque actual recoge la preocupación central del país por los impactos del cambio climático, por lo tanto, la adaptación es el gran objetivo y el punto de partida. Se busca transformar todo el paisaje rural, de modo que los co-beneficios sean mucho más amplios: conservación de biodiversidad y

¹⁴ Nota MARN/DGCAIA/110/2007 del viceministro Roberto Alfonso Escalante Cáceros dirigida a Jane Armitage, directora de la División para América Central del Banco Mundial. 29 de octubre de 2007.

¹⁵ Expansión y fortalecimiento de la Red de Reservas Naturales Privadas de El Salvador; fortalecimiento de capacidades de monitoreo y control de las áreas naturales protegidas; fortalecimiento de la división ambiental de la Policía Nacional Civil y técnicos forestales para mejorar la protección de las áreas protegidas; aumento de las reservas de biósfera y desarrollo de mecanismos de pago por servicios ambientales y créditos de carbono para apoyar su manejo; capacitación a productores agrícolas en zonas adyacentes a zonas forestadas y áreas protegidas para reducir la presión de sus prácticas agrícolas y ganaderas sobre los bosques; y fortalecimiento de las capacidades de ONG y ADESCOS (Asociaciones Comunales de Desarrollo) para que apoyen en la mejora del manejo de las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

¹⁶ Correo electrónico enviado por el Ministro Herman Rosa Chávez el 2 de enero de 2011. Bajo ese entendimiento, en julio de 2011 se firmó el acuerdo de donación por US\$200,000 entre el MARN y el FCPF para iniciar el proceso de preparación para REDD+ (R-PP).

agro-diversidad, control de erosión, formación de suelo fértil, regulación hídrica, fortalecimiento de la capacidad productiva y de los medios de vida. La mitigación misma -fijación y captura de carbono en la vegetación y el suelo- es principalmente resultado del esfuerzo de adaptación y no un objetivo en sí mismo (mitigación basada en la adaptación).

Tabla 23. Abordaje de REDD+ antes y después de 2009

Tema	Antes junio de 2009	Después junio de 2009
Enfoque	Mitigación tradicional como punto de partida.	La adaptación es el punto de partida. La mitigación, a través del aumento de la capacidad de captura y fijación de carbono en la vegetación y el suelo, es principalmente un cobeneficio del esfuerzo de adaptación (mitigación basada en la adaptación).
Áreas prioritarias del territorio a intervenir	Áreas protegidas, ecosistemas naturales y áreas con vocación forestal.	Transformación amplia y radical de todo el paisaje rural: restauración y conservación inclusiva de ecosistemas naturales, seminaturales y agroecosistemas.
Co-beneficios	Control de erosión y conservación de la biodiversidad en áreas protegidas.	Conservación de biodiversidad, aumento de la agrobiodiversidad, control de erosión, formación de suelo fértil, retención de humedad en suelos y regulación hídrica en todo el paisaje rural. Fortalecimiento de la capacidad productiva y de los medios de vida.
Impulso de las actividades REDD+	Reforestación y enfoque tradicional para controlar la deforestación y degradación forestal.	Incremento reservas forestales de carbono a través de sistemas agroforestales (árboles forestales, frutales y forrajeros), la agricultura y ganadería sostenible, restauración y conservación de ecosistemas críticos (manglares y bosques de galería), regeneración natural e inducida.
Modos y mecanismos de financiamiento	Apuesta por acceder al mercado de carbono a través de proyectos MDL.	Apuesta por la captación de financiamiento climático proveniente de fondos públicos de países desarrollados negociados sobre la base de resultados.
Actores participantes en el desarrollo y seguimiento de las actividades REDD+	MAG y MARN, Municipalidades, comanejadoras de áreas naturales protegidas, asociaciones forestales.	Municipalidades; ADESCOS-productoras; productores pequeños, medianos y grandes; comunidades locales y pueblos originarios; comanejadoras de áreas naturales protegidas; asociaciones forestales, ONG, MARN, MAG y MOP, División Ambiental de la Policía Nacional Civil.
Temas críticos	Acceso a mercados de carbono.	Gobernanza local y territorial; modelo de incentivos que promueve tanto el compromiso individual como la acción colectiva en el paisaje y la distribución equitativa de beneficios incluyendo a productores y pueblos originarios sin tierra; sistema participativo de monitoreo, reporte y verificación (MRV). Financiamiento con base en resultados.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos, MARN.

Las actividades a promover también son mucho más amplias. El incremento en las reservas de carbono se logra promoviendo sistemas agroforestales (árboles forestales, frutales y forrajeros), la agricultura y ganadería sostenible, la restauración y la conservación de ecosistemas críticos como manglares y bosques de galería, así como a través de la regeneración natural e inducida.

En cuanto a los mecanismos de financiamiento, la gran apuesta antes de 2009 era el acceso a los mercados de carbono a través del MDL. La propuesta actual, por el contrario, privilegia el acceso al financiamiento climático proveniente de fondos públicos de países desarrollados negociados sobre la base de resultados.

Esta propuesta es consistente con la decisión de la Conferencia de las Partes en diciembre 2011 (Durban) sobre REDD+, la cual:

... destaca que podrían desarrollarse enfoques no basados en el mercado, por ejemplo, enfoques conjuntos de mitigación y adaptación para la gestión integral y sostenida de los bosques como alternativa no basada en el mercado que respalde y fortalezca la gobernanza, la aplicación de las salvaguardias mencionadas en (...) la decisión 1/CP.16, y las múltiples funciones de los bosques (Decisión 2/CP.17, párrafo 67).

La participación de actores en el desarrollo y el seguimiento de las actividades REDD+ con el enfoque actual también necesitan ser mucho más amplia. En el ámbito local, es necesario involucrar a las municipalidades; a las Asociaciones de Desarrollo Comunal, ADESCOS involucradas en la producción; a productores pequeños, medianos y grandes; a comunidades locales; a pueblos originarios; a ONG; a co-manejadoras de áreas naturales protegidas; y a asociaciones forestales. En el Gobierno Central es imprescindible coordinar esfuerzos entre el MARN, el MAG, el MOP y la División Ambiental de la Policía Nacional Civil, PNC.

Los temas críticos para poner en marcha esta propuesta REDD+ son mucho más amplios y complejos. Fortalecer la gobernanza local y territorial se vuelve una tarea esencial ya que se dirige principalmente a paisajes habitados y manejados. El modelo de incentivos resulta más complejo que el simple pago por hectárea común en los esquemas de pago por servicios ambientales, pues se debe desarrollar un modelo de incentivos para promover el compromiso individual y la acción colectiva en el paisaje e incluir entre los beneficiarios no sólo a dueños de tierras sino también a productores sin tierra y pueblos originarios que fueron despojados de sus tierras en el siglo XIX. El sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, MRV también es más complejo y exigente, pues debe asegurar una gama mucho más amplia de co-beneficios. Por último, la movilización de un amplio financiamiento con base en resultados se vuelve una tarea sumamente crítica para impulsar el proceso a la escala necesaria.

4.3.5. Estrategias y planes sectoriales de cambio climático: agricultura, infraestructura y educación

Los eventos climáticos extremos entre 2009 y 2011 provocaron grandes pérdidas y daños en la agricultura y en la infraestructura vial. Ello motivó al MAG y al MOP a desarrollar estrategias sectoriales para hacer frente al cambio climático y la variabilidad climática asociada.

La *Estrategia ambiental de adaptación y mitigación al cambio climático del sector agropecuario, forestal y acuícola* propone medidas para la adaptación en el sector agropecuario, forestal y acuícola, y contribuir a la mitigación como co-beneficio de los esfuerzos de adaptación. Esta estrategia responde a un mandato presidencial para incorporar la dimensión de cambio climático en el Programa de Agricultura Familiar (PAF). Por ello, a los objetivos de aumento de la producción de alimentos del PAF, también se incorporaron criterios ambientales relativos a la vulnerabilidad, adaptación y mitigación del cambio climático (PRISMA, 2012a).

Entre los objetivos específicos de la estrategia se encuentran: (a) promover la gestión de conocimiento para la incorporación de acciones ambientales en los procesos productivos; (b) reducir la vulnerabilidad ante desastres en territorios rurales; (c) diseñar planes de adaptación y mitigación orientados hacia la seguridad alimentaria; (d) contribuir a la sostenibilidad del PAF; y (e) implementar la gestión ambiental en todos los niveles del MAG.

Como parte de la implementación de esta estrategia, se ha creado una División de Cambio Climático dentro del MAG, la cual está adscrita a la Dirección Forestal, Cuencas y Riego (MAG, 2012).

Por su parte, la principal preocupación del MOP ha sido el “blindaje de la infraestructura” frente al cambio climático. Para ello creó la Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo (DACGER), cuya misión consiste en elaborar estudios técnico-científicos para adaptar la infraestructura social y productiva al cambio climático; así como diseñar y proponer obras de mitigación como medida de previsión, a fin de reducir la vulnerabilidad y el impacto en la infraestructura social y productiva (MOPVTDU, 2011). Además, a partir del diálogo con el MARN, se ha ampliado el enfoque para incorporar el rol de la “infraestructura verde” en la protección de la infraestructura física, destacando, por ejemplo, el papel de los bosques de galería y de la restauración de cuencas en la protección de infraestructura, tal como se propone bajo el PREP.

El *Plan de Educación para la Gestión Integral de Riesgos con énfasis en el enfrentamiento al Cambio Climático y la amenaza climática en El Salvador 2012-2015* elaborado por el Ministerio de Educación (MINED) con el apoyo del MARN incluye los siguientes ejes estratégicos: (a) Cambio curricular ante el cambio climático y gestión integral de riesgos en todos los niveles educativos; (b) Formación y desarrollo de capacidades ante el cambio climático y gestión integral del riesgo en docentes de servicio de los niveles de educación parvularia, básica y media y de catedráticos de instituciones de educación superior; (c) Organización y formación institucional y local para la implementación del Plan; (d) Infraestructura educativa con enfoque de adaptación al cambio climático y gestión integral de riesgos; (e) Investigación sobre cambio climático y gestión integral de riesgos.

4.3.6. Nuevos arreglos institucionales para la coordinación gubernamental en materia de cambio climático

El aumento de la coordinación interinstitucional y la apertura de espacios de diálogo con actores sociales y del sector privado es un rasgo característico de la gestión del Ejecutivo iniciada en 2009, particularmente en lo relacionado con el cambio climático. Hasta el momento los arreglos institucionales tienen la característica de responder a necesidades y situaciones específicas. Ejemplos de estos arreglos lo constituyen: la creación de un Comité de coordinación interinstitucional para responder a los impactos de la Depresión Tropical 12E (DT 12E); la firma de acuerdos interinstitucionales entre ministerios que tienen como objeto principal el impulso del Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) o la integración del tema en las finanzas públicas; y la formación del Comité Interinstitucional de Financiamiento para el Cambio Climático (CIFCC). La mayoría de estos arreglos implica, no solo coordinación entre instituciones del Gobierno Central, sino también entre éste y los gobiernos y organizaciones locales.

Reconstrucción con enfoque de adaptación post Depresión Tropical 12E. La Depresión Tropical 12E en octubre de 2011 provocó una acumulación de lluvia sin precedentes, ante lo cual el Sistema Nacional de Protección Civil reaccionó rápida y eficazmente, logrando disminuir las pérdidas humanas, no así las pérdidas materiales. Extensas zonas del país quedaron anegadas, infraestructura social y productiva destruida y asentamientos humanos inundados, especialmente en la costa.

Como respuesta a esta situación de desastre, el Gobierno reorientó fondos públicos y creó mecanismos de cooperación interinstitucional para la ejecución de obras de rehabilitación y reconstrucción en aquellas zonas más afectadas de la costa. Estos mecanismos consistieron en la formación de comités de coordinación interinstitucional integrados por las instituciones gubernamentales relevantes, por un lado, y la creación de mesas de coordinación entre Gobierno Central y gobiernos municipales y sociedad civil local (organizaciones comunitarias y organizaciones no gubernamentales), por otro.

El caso más notorio es la Mesa Técnica de Obras del Bajo Lempa (integrada por el MARN, el MAG, el MOP, la CEL y la Secretaría Técnica de la Presidencia, STP) y la Mesa Gobierno-Instituciones Locales, cuyos resultados de trabajo, tanto en la ejecución de infraestructura de rehabilitación como en los procesos de coordinación, han servido de modelo de gobernanza para la continuación de otros esfuerzos de coordinación generados en otras zonas afectadas en el occidente y oriente del país.

En el marco de estos esfuerzos, el MARN gestionó el apoyo de expertos internacionales en manejo de inundaciones en planicies costeras, a fin de introducir la visión de adaptación a estas y futuras obras, el cambio de prácticas agrícolas y agropecuarias, el reasentamiento de población y la construcción elevada de viviendas y albergues. Todo esto es parte de las medidas sugeridas por los expertos y adoptadas parcialmente a escala local. Las medidas de adaptación implican involucramiento y organización local y visión de largo plazo. Este tipo de acción interinstitucional e inclusiva constituye una oportunidad para continuar aprendiendo y crear formas de participación local que se orienten hacia la adaptación.

Comité Interministerial de Cambio Climático. Este comité está integrado, inicialmente, por cuatro minis-

terios: Hacienda, Obras Públicas, Agricultura y Ganadería, y Medio Ambiente y Recursos Naturales. Su objetivo general es fortalecer la coordinación interministerial para implementar acciones que reduzcan la vulnerabilidad del país al cambio climático, particularmente en los sectores de agricultura, infraestructura y finanzas. Es un comité de nivel ministerial y técnico, coordinado por el MARN, cuyas actividades han sido establecidas a través de la firma de acuerdos interinstitucionales de coordinación.

Las acciones que en lo técnico realiza este Comité giran alrededor del cambio de prácticas agrícolas hacia una agricultura sostenible, especialmente prácticas agro-forestales y agrosilvopastoriles; igualmente, acciones encaminadas a abordar el tema de la infraestructura verde y el ordenamiento territorial local sin el cual el cambio de prácticas queda en el vacío. Con el Ministerio de Hacienda, la agenda gira alrededor de la integración del cambio climático a las finanzas públicas, todo ello fortaleciendo la gestión ambiental nacional.

Comité Interinstitucional para el Financiamiento Climático. Es un esfuerzo coordinado por el Ministerio de Relaciones Exteriores, con el apoyo del MARN y la STP, en función de desarrollar una estrategia de acceso al financiamiento climático. Integrado por 18 instituciones entre ministerios, secretarías de la Presidencia y entidades autónomas, este comité tiene como objetivos: investigar sobre las posibilidades y las barreras para el acceso al financiamiento y promover el desarrollo de capacidades nacionales en materia de cambio climático y financiamiento. Hasta el momento uno de sus logros principales es la elaboración y publicación de un estudio sobre las barreras al financiamiento climático.

4.3.7. Reformas legislativas que promueven la incorporación del cambio climático en el sistema educativo y las políticas públicas

En mayo de 2011, la Asamblea Legislativa reformó la Ley General de Educación y la Ley de Educación Superior. La primera reforma amplía el mandato del Ministerio de Educación de velar porque se fomente en todo el sistema educativo nacional: *“la protección y sustentabilidad ambiental; la gestión ecológica del riesgo; la adaptación y mitigación del cambio climático; y la conservación del patrimonio natural y cultural”*. A su vez, la reforma a la Ley de Educación Superior redefine la función de investigación que ahora se considera como: *“la búsqueda sistemática y análisis de nuevos conocimientos para enriquecer la realidad científica, social y ambiental, así como para enfrentar los efectos adversos del cambio climático”*.

Asimismo, en octubre de 2012 se realizaron varias reformas a la Ley del Medio Ambiente para incorporar un nuevo capítulo referido a la adaptación al cambio climático, que incluye los artículos que se explican a continuación.

El artículo 64-A. Fortalecimiento institucional y responsabilidad social, establece que *“el Estado, por medio del Gobierno Central, entidades descentralizadas, autónomas, semiautónomas y municipales, adoptará las regulaciones necesarias para estudiar, investigar, prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos negativos del cambio climático”*.

El artículo 64-B exige la incorporación de la adaptación al cambio climático en la política de medio ambiente como un eje transversal y de atención especial.

El artículo 64-C establece que la adaptación al cambio climático será anticipada y planificada, para lo cual define una serie de acciones a ser implementadas por el MARN.

El artículo 64-D exige la formulación de un Plan Nacional de Cambio Climático con los siguientes objetivos:

- a. Lograr la integración en materia de adaptación al cambio climático para la planificación y gestión de sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos nacionales.

- b. Fomentar y promover procesos participativos de todos los sectores implicados para identificar mejores opciones de adaptación y de mitigación dentro de las políticas sectoriales.
- c. Crear un proceso ininterrumpido de generación de conocimiento y fortalecimiento de capacidades, aplicándolos a la adaptación al cambio climático.
- d. Desarrollar y aplicar métodos y herramientas para la evaluación de los impactos, vulnerabilidades y mejorar la adaptación al cambio climático.
- e. Desarrollar los escenarios climáticos, regionales, nacionales y de regiones geográficas específicas.
- f. Implementar campañas de sensibilización e información para la adaptación al cambio climático.

El artículo 64-E establece que el Plan Nacional de Cambio Climático será elaborado cada cinco años por el MARN en colaboración con el SINAMA.

El artículo 64-F indica la elaboración de escenarios climáticos para lo cual se mandata al Estado a “crear un proceso ininterrumpido de conocimiento y fortalecimiento de capacidades” para aplicarlos en los programas de adaptación.

Es importante anotar que en las disposiciones transitorias de la reforma a la Ley del Medio Ambiente se establecen tiempos para cumplir con los nuevos mandatos. El Plan Nacional de Cambio Climático (artículo 64-D) deberá ser elaborado en un plazo no mayor que un año y seis meses a partir de la entrada en vigencia del Decreto de Reforma (20 de noviembre de 2012). Por su parte, los escenarios climáticos (artículo 64-F) deberán estar terminados un año después y la incorporación de la adaptación al cambio climático como un eje transversal y de especial atención en la Política del Medio Ambiente (artículo 64-B) debe concluirse en un plazo no mayor a seis meses después de su entrada en vigencia.

Además del nuevo capítulo sobre cambio climático, se reformó el artículo 4 de la Ley del Medio Ambiente para declarar de interés social la protección y el mejoramiento del medio ambiente, así como la adaptación y la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático, indicando que las instituciones públicas o municipales están obligadas a incluir de forma prioritaria en todas sus acciones, planes y programas el componente ambiental y la variabilidad climática.

4.3.8. Identificación de tecnologías prioritarias para la adaptación al cambio climático y su mitigación

El Salvador, desde mediados de 2011, ha seguido un proceso guiado metodológicamente por PNUMA/RISOE para analizar e identificar las tecnologías que más pueden contribuir a reducir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad adaptativa de las personas que viven en los territorios expuestos, así como aquellas que pueden también contribuir a la mitigación del cambio climático.

El análisis inicial identificó más de 230 medidas o tecnologías de adaptación principalmente en los sectores de agricultura, infraestructura, educación, salud y energía, así como 195 tecnologías o medidas para la mitigación, sobre todo en el sector energético; entre las más importantes, se destacan las siguientes:

1. **Agricultura.** Sistemas de riego eficiente; sistemas agroforestales, permacultura, siembra y propagación artesanal de tubérculos resistentes a inundaciones y sequías, capacitación de productores en prácticas de conservación de suelo, manejo de desechos y vertidos y la elaboración y aplicación de insumos orgánicos de uso preventivo.

2. *Infraestructura.* Barreras vivas integradas para estabilización de taludes y control de erosión; bosques de galerías; construcción de viviendas sobre pilotes en zonas inundables; diseño y construcción de viviendas sustentables -bioclimáticas-; refuerzo estructural de puentes; canales de drenajes para protección de taludes y carreteras; y lagunas de laminación.
3. *Educación.* Fortalecimiento y mejoramiento de la infraestructura educativa para reducir su vulnerabilidad frente al cambio climático; capacitación técnica y material de apoyo a la educación; introducción de la temática del cambio climático en la currícula educativa; investigación y diseño bioclimático.
4. *Salud.* Tecnologías para la construcción de letrinas elevadas en comunidades inundables; protección de pozos de agua en viviendas de comunidades; adecuación de celdas de seguridad para almacenamiento temporal de desechos bio-infecciosos en establecimientos de salud vulnerables a inundaciones; técnicas de manejo y uso de agua domiciliar (potabilización por métodos no convencionales de agua).
5. *Energía.* Por su vínculo entre adaptación y mitigación, se le otorga la máxima prioridad a las tecnologías asociadas al manejo sostenible en las cuencas donde se ubican o existe potencial para centrales hidroeléctricas tales como: reforestación, obras de conservación suelos, buenas prácticas de cultivos agrícolas y de ganadería aguas arriba. También se destacan las luminarias y aires acondicionados eficientes; el uso de paneles solares en centros de salud y hospitales; así como el fomento a energías renovables no convencionales (eólica, solar y biomasa).

4.3.9. Mitigación en el sector energético

Las opciones básicas de mitigación en el sector energético fueron identificadas en la Primera Comunicación Nacional del año 2000. Sin embargo, poco de lo allí propuesto se realizó con excepción de algunos proyectos de generación de energía eléctrica que vimos anteriormente y que fueron presentados al MDL. Esa situación cambió a partir de 2009, cuando se impulsaron importantes iniciativas que han ampliado el espacio para los esfuerzos tendientes a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en este sector, sobre todo en el subsector transporte y en el subsector eléctrico, a partir de iniciativas de eficiencia energética y reformas institucionales que han ampliado las posibilidades para el desarrollo de la generación basada en fuentes renovables.

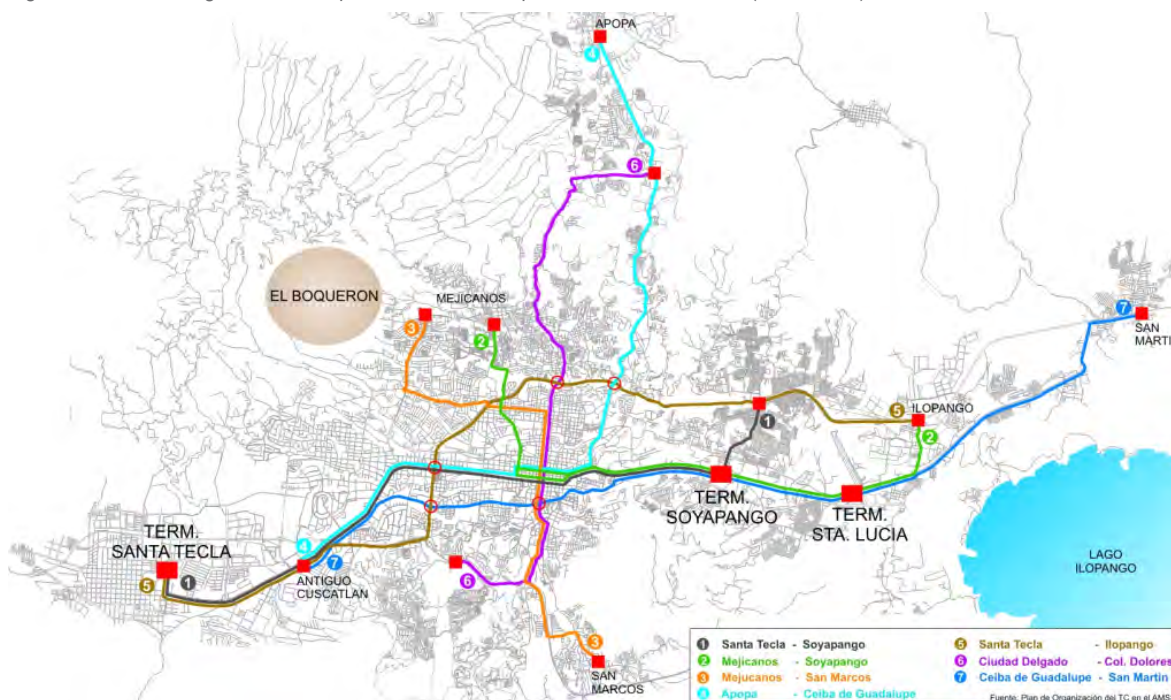
En el subsector transporte, una de las iniciativas que mayor impacto tendrá es el Sistema Integrado de Transporte del Área Metropolitana de San Salvador (SITRAMSS) para el transporte masivo de pasajeros a lo largo de un corredor que conectará las ciudades del oriente y occidente de la Región Metropolitana de San Salvador (ver Figura 3). El SITRAMSS -actualmente en su fase inicial de implementación- utilizará buses articulados de alta capacidad, seguridad y rapidez que se desplazarán en carriles preferenciales bajo la modalidad conocida como BRT (Bus Rapid Transit). Los componentes asociados al sistema BRT son vías de circulación exclusiva para los buses en algunos tramos, estaciones elevadas con acceso controlado y terminales de integración. Se estima que el SITRAMSS transportará 20 mil personas por hora en la zona metropolitana de San Salvador y sacará de circulación cientos de autobuses antiguos altamente contaminantes. Las emisiones también se reducirán por el uso de motores mucho más limpios en los buses que serán parte del sistema. Se espera que la primera fase del sistema que conectará la zona oriental del AMSS con la zona central, inicie operaciones en 2014.

En materia de *eficiencia energética* en los últimos tres años también se impulsaron diversas iniciativas entre las que destacan:

- a. Conformación de 93 Comités Gubernamentales de Eficiencia Energética que, con base en diagnósticos energéticos en cada institución promueven buenas prácticas, equipos eficientes y otras acciones que puedan traducirse en menor consumo de energía.

- b. Elaboración de diagnósticos energéticos en 10 hospitales nacionales y ejecución de los primeros proyectos de alto impacto en cuanto a ahorro de energía y retorno de la inversión.
- c. Líneas de créditos para asistencia técnica o sustitución de equipos por tecnología más eficiente por parte del Banco de Desarrollo de El Salvador (BANDESAL), banco estatal de segundo piso que ofrece fondos de mediano y largo plazo que son otorgados a través de instituciones financieras locales.
- d. Lanzamiento en octubre de 2011 del Programa El Salvador Ahorra Energía (PESAE) para promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente y racional de la energía eléctrica en el territorio salvadoreño. Esta iniciativa involucra a instituciones públicas, empresas privadas y universidades.

Figura 3. Sistema Integrado de Transporte del Área Metropolitana de San Salvador (SITRAMSS)



Fuente: Viceministerio de Transporte, VMT

Cabe destacar que las iniciativas anteriores han sido promovidas por el Consejo Nacional de Energía (CNE), un ente estatal autónomo creado por iniciativa de la Asamblea Legislativa en 2007, pero cuya concreción se dio hasta la llegada del actual Gobierno, en 2009, que está interesado en recuperar el rol del Estado en la planificación estratégica del sector energético. EL CNE cuenta con una Junta Directiva presidida por el Ministro de Economía y los titulares de la Secretaría Técnica de la Presidencia, el Ministerio de Hacienda, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Ministerio de Obras Públicas y la Defensoría del Consumidor.

El CNE aprobó en 2010 la Política Energética Nacional (PEN), con los siguientes seis lineamientos estratégicos:

- a. Diversificación de la matriz energética y fomento de las fuentes renovables de energía.
- b. Promoción de una cultura de eficiencia y ahorro energético.
- c. Fortalecimiento de la institucionalidad del sector energético y protección al usuario.
- d. Ampliación de cobertura energética y tarifas sociales preferentes.
- e. Innovación y desarrollo tecnológico.
- f. Integración energética regional.

De cara a los esfuerzos de mitigación del cambio climático resulta particularmente relevante la promoción de la eficiencia energética ya discutida y el *desarrollo de fuentes renovables de energía eléctrica*. Cabe destacar que los procesos de des-regulación y privatización durante la década de los 90s provocaron una creciente participación dentro de la matriz de generación de energía eléctrica de las plantas térmicas basadas en combustibles fósiles, de modo que la generación térmica pasó de un 16% en 1990 a 46% en 2009.

Tabla 24. El Salvador: capacidad instalada para la generación de energía eléctrica en MW por tipo de fuente (1990-2009)

	1990	2000	2009	1990	2000	2009
Térmica	104	546	691	16%	49%	46%
Renovable	546	567	799	84%	51%	54%
Hidroeléctrica	388	406	486	60%	36%	33%
Geotérmica	158	161	204	24%	14%	14%
Biomasa	0	0	109	0%	0%	7%
Total	650	1114	1490	100%	100%	100%

Fuente: CEPAL (2010). Istmo Centroamericano: estadísticas del subsector eléctrico, 2009 (LC/MEX/L.976).

En ese contexto, el CNE ha impulsado diversas medidas para promover una mayor participación de las fuentes renovables de energía en la generación eléctrica, entre las que destacan las siguientes:

- Correcta aplicación de la Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad (2007). Esta ley otorga exenciones fiscales y de impuestos aduaneros por un período determinado de tiempo y de acuerdo al tamaño de la instalación.
- Reformas regulatorias para eliminar el sesgo contra los pequeños proyectos de energía renovable: Estas reformas sancionadas mediante decretos ejecutivos (80 y 81 de abril de 2012) eliminan los problemas de los elevados costos de conexión a la red para pequeños proyectos renovables, los vacíos en criterios especiales de despacho y las deficiencias en el tratamiento de la potencia firme, y establecen instrumentos de largo plazo para pequeños proyectos de energías renovables.
- Preparación de bases de licitación y modelo de contrato tipo para licitaciones de energía renovable a pequeña escala y el establecimiento de una metodología para el cálculo de precios techo para las mismas. Se espera lanzar la primera licitación de este tipo durante el primer trimestre del año 2013.
- Categorización de los proyectos de generación eléctrica de acuerdo a su magnitud y fuente primaria de energía (solar, hídrica y geotérmica) por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para facilitar la obtención de permisos ambientales para los proyectos que aprovechan los recursos renovables
- Elaboración del Plan Maestro para el Desarrollo de las Energías Renovables. Este plan estima el potencial disponible y establece las consideraciones especiales a tomar en cuenta para el aprovechamiento de las siguientes tecnologías: hidroeléctrica, geotérmica, eólica, fotovoltaica, solar térmica concentrada, biomasa y biogás.

4.3.10. Educación y sensibilización del público respecto del cambio climático

La Primera Comunicación del año 2000 no abordó de forma específica el tema de la educación, capacitación y sensibilización del público respecto del cambio climático, y en la práctica fueron muy escasos los esfuerzos realizados en ese sentido, pues la discusión sobre cambio climático estuvo circunscrita a círculos muy reducidos de especialistas, académicos y activistas.

Después de 2009, los temas de cambio climático y de la variabilidad climática asociada se posicionaron con fuerza en la agenda pública nacional, sobre todo por los impactos producidos por eventos climáticos extremos y la intensa labor de sensibilización por parte del MARN dentro del Gabinete de Gobierno y de la opinión pública nacional a través de los medios de comunicación. Además, como ya se mencionó, la Asamblea Legislativa decretó reformas para incluir el tema del cambio climático en la Ley de Educación Básica y la Ley de Educación Superior.

El tema está posicionado y ahora se trabaja en el desarrollo de capacidades para mantener informada sistemáticamente a la población y educarla sobre el tema de cambio climático, sus efectos y las acciones de adaptación, a fin de generar cambios de actitudes y comportamientos respecto del medio ambiente. De esta manera, se busca revalorizar el papel fundamental de la población y los actores locales para enfrentar el cambio climático.

Un esfuerzo importante para lograr sensibilizar sobre este tema ha sido la elaboración de material didáctico y la organización lúdica, interactiva y participativa de las formas de comunicar sobre el cambio climático. A continuación se destacan algunas de las principales actividades:

1. *Participación en la XXI Feria Internacional de El Salvador (2011).*
2. *Día Mundial del Medio Ambiente 2012 (5 de junio).* Lanzamiento oficial en acto público de gran cobertura mediática de la Política Nacional del Medio Ambiente 2012 por parte del Presidente de la República y del Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El objetivo central de esta política de estado aprobada en Consejo de Ministros es *revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.*
3. *Elaboración de material didáctico.* Con el objetivo de educar, sensibilizar y multiplicar el conocimiento sobre la reducción de riesgos ante amenazas naturales y antrópicas, incluyendo el cambio climático, se elaboró una serie didáctica de cuadernillos llamada *Aprendamos a protegernos*, que está dirigida a niños y niñas del sistema de educación primaria y a comunidades locales. La serie incluye los siguientes títulos: los impactos del cambio climático, los eventos meteorológicos extremos, los eventos oceanográficos extremos, los movimientos de laderas (derrumbes y deslizamientos), las crecidas e inundaciones, los terremotos, las erupciones volcánicas, la intoxicación y la contaminación por plomo. La serie incluye dos guías, una para docentes y otra para promotores comunitarios.
4. *Videos de tipo informativo, educativo y reflexivo.* Se elaboraron videos sobre el Fenómeno La Niña, el cambio climático y los desastres más emblemáticos del país que muestran, entre otros aspectos, los impactos de desbordamientos, inundaciones y deslizamientos. Estos videos se utilizan en diversas actividades públicas y también en el sistema educativo.
5. Lo novedoso de la exposición que el MARN preparó para esta feria fue el diseño interactivo y lúdico, con secciones para niños y niñas, y personas adultas mayores. Se propuso reforzar la memoria histórica sobre los múltiples desastres que el país ha padecido, mostrar y explicar el funcionamiento de la tecnología adquirida para monitoreo y seguimiento de fenómenos naturales, el involucramiento de la sociedad en el tema de la gestión de riesgo (observadores locales) y el papel clave de la restauración de ecosistemas y paisajes degradados para reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático. De esta manera, se expuso a la temática de los riesgos y su reducción y vinculación con el cambio climático, a miles de personas, nacionales y extranjeras que circularon durante las dos semanas que duró la feria.

Capítulo V



Inundaciones provocadas por Baja Presión E96/ Ida, noviembre 2009

Enfrentando el Desafío del Cambio Climático en El Salvador

Capítulo V

Enfrentado el Desafío del Cambio Climático en El Salvador

De acuerdo con la información presentada en los capítulos anteriores, de esta 2CNCC de El Salvador, los efectos del cambio climático y sus impactos en los sistemas sociales, económicos y eco-sistémicos son incuestionables. El MARN consciente de las necesidades y oportunidades del adecuado abordaje de la problemática del Cambio Climático (CC) desde la adaptación y la mitigación con co-beneficios en adaptación, ha identificado tres pilares estratégicos o líneas estratégicas:

1. Mecanismos para enfrentar pérdidas y daños recurrentes por el cambio climático
2. Adaptación al cambio climático
3. Mitigación del cambio climático con co-beneficios

Cada uno de estos pilares estratégicos consta de tres líneas prioritarias de acción y el MARN considera que a través de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, deben ser la base para realizar un proceso de diálogo nacional intersectorial e interinstitucional orientado a la construcción e implementación de un Plan de Nacional de Cambio Climático que impacte en las políticas y prácticas sectoriales en un mejor abordaje al cambio climático.

El marco básico para esa incorporación estratégica lo brinda la Política Nacional del Medio Ambiente 2012 y la Estrategia Nacional de Cambio Climático. La Política Nacional de Medio Ambiente, 2012, una Política de Estado aprobada en Consejo de Ministros en Mayo de 2012 se ha trazado como grandes metas nacionales “revertir la degradación ambiental y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático”.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático, por su parte, define las estrategias y planes sectoriales específicos de cambio climático, con sus metas y compromisos, que formarán parte del primer Plan Nacional de Cambio Climático. De acuerdo a las reformas de la Ley del Medio Ambiente que entraron en vigencia en noviembre 2012, este Plan deberá oficializarse a más tardar en mayo de 2014.

5.1 Estructura de la Estrategia Nacional de Cambio Climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático, de acuerdo a lo mencionado, se ha estructurado alrededor de tres pilares fundamentales, además de cinco temas críticos y cinco requerimientos institucionales.

Los tres pilares son los siguientes:

1. Mecanismos para enfrentar pérdidas y daños recurrentes por el cambio climático
2. Adaptación al cambio climático
3. Mitigación del cambio climático con co-beneficios

Los cinco temas críticos son:

- a. Sensibilización
- b. Educación y formación
- c. Investigación
- d. Tecnología
- e. Financiamiento

Entre los requerimientos institucionales están:

- a. Coordinación interinstitucional
- b. Fortalecimiento institucional
- c. Gobernanza local y modelos de gestión
- d. Monitoreo, reporte y verificación
- e. Legislación, normativa y regulación

A continuación se desarrolla cada uno de estos aspectos:

5.2 Pilares de la Estrategia

5.2.1 Mecanismos para enfrentar pérdidas y daños por el cambio climático

El Salvador, viene experimentando todos los años, pérdidas y daños por el cambio climático pero no cuenta con mecanismos institucionalizados para responder a esas pérdidas recurrentes. El primer pilar de la Estrategia Nacional de Cambio Climático busca precisamente desarrollar, poner en marcha e institucionalizar esos mecanismos a través de tres líneas prioritarias de acción:

- Programa de inversiones críticas para reducir pérdidas y daños en el corto plazo;
- Opciones y mecanismos de retención y transferencia de riesgos;
- Preparación nacional para participar activamente en la negociación de un mecanismo internacional de pérdidas y daños por el cambio climático.

Inversiones Críticas

A fin de reducir las pérdidas y daños por eventos climáticos extremos es necesario emprender un programa de inversiones críticas que protejan a la población y aumenten la resiliencia tanto de la infraestructura productiva como de otros bienes esenciales, con probabilidad inminente de sufrir graves afectaciones.

Se trata en esto, de ejecutar intervenciones que logren en el corto plazo, y en forma prioritaria, proteger a las familias en mayor situación de riesgo climático, y en segundo lugar, alargar la vida útil de activos o una reducción significativa de los potenciales impactos del cambio climático, mediante inversiones moderadas, sobre la base del análisis costo-eficiencia y costo-beneficio, reconociendo qué medidas de adaptación más estructurales serán necesarias para la sostenibilidad o resiliencia de los mismos en el largo plazo.

Un programa de identificación de prioridades nacionales desarrollaría el inventario anual de inversiones a ser incorporadas en el presupuesto nacional.

Retención y transferencia de riesgos

Los mecanismos de retención y transferencia de riesgos permitirían responder eficazmente ante las pérdidas y daños cuando estos ocurren. Por ejemplo, un fondo de reserva permanente sería un mecanismo de retención de riesgo que permitiría responder de manera eficiente y eficaz a las fases de emergencia y rehabilitación luego de eventos catastróficos. A su vez, los seguros, por ejemplo de cosecha y de infraestructura productiva, pueden ser mecanismos importantes de transferencia del riesgo climático.

Participación efectiva en negociaciones internacionales

Las crecientes pérdidas y daños que enfrentan países de alto riesgo climático como El Salvador ha obligado a introducir este tema en la agenda de negociaciones bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y El Salvador debe prepararse adecuadamente para asegurar su

participación activa e informada en esas negociaciones. La meta debe ser asegurar que los arreglos institucionales y operativos que se establezcan en el ámbito internacional sobre este tema puedan eficazmente apoyar los mecanismos nacionales y sus programas de inversiones críticas, mediante un financiamiento adecuado, de carácter no reembolsable para tal fin.

5.2.2 Adaptación al Cambio Climático

Definiciones de Medidas para Afrontar Riesgos Climáticos

Pérdidas: impactos negativos que no pueden repararse o restaurarse.

Daños: impactos negativos que pueden repararse o restaurarse.

Daño residual: pérdidas y daños que la implementación de medidas de reducción, retención y transferencia de riesgos no consiguen evitar.

Reducción de riesgos: concepto y práctica de reducir el riesgo a desastres a través de esfuerzos sistemáticos para analizar y gestionar los factores causales o subyacentes de desastres, entre ellos: la reducción de exposición a amenazas, disminución de vulnerabilidad de las personas y sus bienes, la gestión inteligente de la tierra y el ambiente y mejoras en la preparación ante eventos extremos.

Transferencia de riesgo: medidas y enfoques —principalmente financieros— orientados a trasladar los riesgos de pérdidas y daños de una entidad a otra. Existe una amplia gama de herramientas de transferencia de riesgo, como seguros, bonos de catástrofe, transferencia de riesgo condicional, programas combinados de créditos y seguros, etc.

Retención del riesgo: conjunto de enfoques y medidas que le permiten a un país “auto-asegurarse” contra factores de tensión de origen climático por medio de actividades tales como: el fortalecimiento de la resiliencia de la población a través de la protección social y medidas conexas o a través de medios financieros como el establecimiento de fondos de reserva con el propósito de cubrir o compensar cargas financieras inesperadas asociadas a eventos climáticos.

Resiliencia: la habilidad de un sistema humano o natural para resistir, absorber y recuperarse de los impactos del cambio climático de manera oportuna y eficiente, conservando o restableciendo sus estructuras, funciones e identidad básicas.

Fuentes y referencia: UNFCCC: A range of approaches to address loss and damage associated with the adverse effects of climate change, including impacts related to extreme weather events and slow onset processes. Bridgetown, Barbados, 9-11 October 2012. UNISDR, 2009. Terminology: Basic terms of disaster risk reduction.

Mientras que el desarrollo de mecanismos para hacer frente a las pérdidas y daños recurrentes por el cambio climático es una cuestión urgente, la reducción de pérdidas y daños futuros, torna imprescindible la implementación acelerada de medidas de adaptación al cambio climático.

El desarrollo de la adaptación se orienta específicamente a la reducción de las vulnerabilidades territoriales y sectoriales y a la eliminación o limitación de sus factores causantes. Abordar prioritariamente aquellas vulnerabilidades con alto potencial de generar daños irreversibles o que amplían los impactos adversos en diversos sectores estratégicos, constituye un enfoque central de la estrategia. Por lo tanto, es esencial partir de un adecuado diagnóstico de las vulnerabilidades del país.

Bajo este pilar de la Estrategia Nacional de Cambio Climático se identifican tres líneas prioritarias de acción:

- Estrategias sectoriales de adaptación, con énfasis en agricultura, recursos hídricos, infraestructura y salud;

- Restauración de ecosistemas críticos y paisajes rurales;
- Ordenamiento urbano y costero.

Estrategias sectoriales de adaptación

Los recursos hídricos, la agricultura, infraestructura vial y la salud se están viendo crecientemente afectados por el cambio climático, por lo que resulta fundamental definir un marco estratégico de actuación que permita identificar y poner en marcha las acciones prioritarias de adaptación al cambio climático en esos sectores.

La disponibilidad del recurso hídrico se está tornando particularmente crítica por las grandes fluctuaciones del régimen de lluvias a lo largo del año y dentro del territorio, y por la amenaza creciente de salinización de los acuíferos costeros debido a la elevación del nivel del mar. A medida que aumenta la temperatura, también aumenta la evaporación y la evapotranspiración lo cual también reduce el agua disponible, de modo que una perspectiva de adaptación al cambio climático en la gestión hídrica resulta particularmente prioritaria.

La disponibilidad hídrica afecta de manera especial a la agricultura que sufre grandes pérdidas tanto por exceso, como cuando ocurren lluvias intensas, así como por las sequías que van en aumento y las crecientes variaciones en la precipitación anual. Por otra parte, los aumentos de temperatura están cambiando radicalmente las condiciones ambientales para los distintos cultivos y para la propagación de plagas. Una estrategia de adaptación en la agricultura supone atender de manera prioritaria esa problemática de grandes fluctuaciones en la disponibilidad hídrica, con una tendencia de largo plazo a su disminución, así como al incremento de temperatura.

La problemática de exceso o falta de lluvia, mayores temperaturas, olas de calor, tienen impactos directos en la salud de la población. Las pérdidas de cosechas y medios de vida agravan la malnutrición o desnutrición. Las inundaciones contaminan pozos de agua y provocan otros problemas de saneamiento. Por otra parte, ya se están experimentando mayores brotes de dengue, una de las enfermedades muy sensibles a cambios en el clima, con otras como la malaria, las infecciones respiratorias y las diarreas, todas las cuales afectan a la población, especialmente a los más pobres. Una estrategia de adaptación en salud necesita responder a estas problemáticas.

Los extremos de lluvia también tienen un fuerte impacto en la infraestructura vial por lo que una mayor frecuencia de estos extremos deben ser ahora una premisa en su diseño y construcción. El cambio climático y la variabilidad climática también tienen implicaciones fuertes para la generación hidroeléctrica y redefine los parámetros para el diseño de represas. Pero una estrategia de adaptación al cambio climático en la infraestructura vial e hidroeléctrica supone una mirada más amplia a las cuencas y a las inversiones que deben realizarse en ellas para transformar la prácticas agrícolas y mejorar la regulación hídrica.

La adaptación al cambio climático también exige una fuerte dosis de ordenamiento. Más allá de los extremos de lluvia; las pérdidas y daños en infraestructura social, habitacional, productiva y de conectividad vial se han visto agravadas en los últimos años por el inadecuado emplazamiento en zonas expuestas a amenazas, el desarrollo de actividades generadoras de riesgo en su entorno o partes medias y altas de la cuenca, incluyendo urbanización y otros cambios de uso del suelo, y diseños constructivos que ya no responden a las condiciones climáticas actuales o que son incompatibles con las características de vulnerabilidad de la zona en que se emplean.

La baja capacidad de regulación de las escorrentías en las cuencas se ve agravada por la quema, la escasa cobertura vegetal y la impermeabilización de suelos. En la franja costera, la pérdida irreversible de acuíferos superficiales por efectos de la intrusión salina, no solo puede ocurrir por incrementos del nivel del mar sino también por la disminución de su recarga y la extracción excesiva.

Existen otras prácticas que resultan particularmente perniciosas por lo que su ordenamiento se torna crucial. Es el caso de la extracción inadecuada de pétreos en las riberas de los ríos, con efectos de alteración de su curso, erosión de suelos, daños a parcelas y cultivos, a puentes y otras infraestructuras. Así mismo, el inadecuado manejo de vertidos industriales o domésticos provoca contaminación y degradación de recursos hídricos, ecosistemas y afectaciones a la salud.

De allí que el enfoque de estas estrategias sectoriales debe ser holístico, contemplando el ordenamiento de otras actividades generadoras de vulnerabilidades y, en tal sentido, concebido en sinergia con las otras estrategias de la Política Nacional del Medio Ambiente: Biodiversidad, Saneamiento Ambiental y Recursos Hídricos.

Restauración de ecosistemas críticos y paisajes rurales

Las zonas rurales de El Salvador por sus niveles de degradación ambiental son extremadamente vulnerables frente al cambio climático por lo que es necesario avanzar en un ambicioso programa de restauración, tal como se ha propuesto en el Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) programa insignia de adaptación en el país.

Este programa insignia busca establecer sistemas de producción agrícola más resilientes al clima y amigables con la biodiversidad a través la expansión de la agro-forestería, la conservación de suelo y agua, el uso racional y sustentable de agroquímicos, el mejoramiento de pastizales y la estabulación parcial del ganado. Además, aumenta de forma significativa la cobertura vegetal permanente.

El PREP, busca también una restauración y conservación socialmente inclusiva de ecosistemas críticos como los manglares, otros bosques y humedales que proporcionan servicios eco-sistémicos esenciales para la economía nacional y las comunidades locales. Por ejemplo, los manglares protegen contra tormentas, tsunamis y erosión costera y son criaderos de una amplia gama de especies marinas críticas para la economía y las comunidades locales. Los humedales almacenan nutrientes y agua y protegen contra inundaciones, en tanto que proporcionan las condiciones necesarias para la reproducción y desarrollo de cientos de especies de alto valor económico, social y cultural. La restauración y conservación de estos ecosistemas críticos solamente puede ser sostenida si se arraiga en prácticas locales y esquemas incluyentes de gestión que vinculan a las comunidades y los gobiernos locales con las instituciones públicas nacionales.

Finalmente, el PREP busca una integración más sinérgica entre la infraestructura física y la infraestructura natural, reconociendo qué carreteras y puentes, sufren gran daño o total destrucción debido al incremento en la frecuencia e intensidad del clima extremo. Mientras que los nuevos parámetros de diseño pueden reducir esta vulnerabilidad, aumentan significativamente los costos. Por consiguiente, la combinación de inversiones en infraestructura gris tradicional con la protección y restauración de infraestructura natural puede ser más costo eficiente. Por ejemplo, la expansión agroforestal en cuencas y la recuperación del manglar y de los bosques de galería, pueden proteger presas hidroeléctricas, puentes y puertos marítimos mediante la reducción de las crecidas de ríos y la sedimentación. Estas prácticas también expanden las redes ecológicas mejorando así la conservación de la biodiversidad.

Ordenamiento urbano y costero

El ordenamiento ambiental del desarrollo urbano y del desarrollo costero es imprescindible para lograr reducir los riesgos y avanzar en la adaptación al cambio climático. La expansión de los núcleos urbanos sobre zonas de infiltración de agua, susceptibles a deslizamientos o no aptas para ese uso, no solo incrementan los riesgos de inundación y otros impactos de fenómenos climáticos sino que reducen la provisión local de agua, aumentando el riesgo de estrés hídrico, una de las principales amenazas del cambio climático.

Un problema similar se plantea en la zona costera donde la expansión de diversas actividades sobre

ecosistemas frágiles como manglares y la extracción desmedida de agua de acuíferos superficiales pone en riesgo de pérdida irreversible de estos recursos, ya amenazados por la intrusión salina, los eventos climáticos extremos, el aumento del nivel del mar y otros efectos del cambio climático.

5.2.3 Mitigación del cambio climático con co-beneficios

La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global y el trastorno del sistema climático es crítica para el futuro de la humanidad, pues si se traspasan ciertos umbrales de concentración de estos gases en la atmósfera se producirán efectos que harán inviable cualquier medida de adaptación y de reducción riesgos.

Aunque las emisiones de El Salvador son globalmente insignificantes para producir efectos en el sistema climático (0.04% de las emisiones globales), acciones de este tipo que permitan reducir las emisiones netas pueden resultar sinérgicas con los objetivos de otras agendas ambientales y de adaptación. Por otra parte, bajo el nuevo instrumento legal que actualmente se negocia en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático todos los países, incluyendo El Salvador, tendrán que asumir compromisos vinculantes de mitigación a partir del año 2020.

Por lo tanto, El Salvador deberá definir su estrategia para el abatimiento futuro del crecimiento de sus emisiones de gases de efecto invernadero, asegurando su compatibilidad con sus objetivos de desarrollo y de reducción de la pobreza.

Los sectores con mayores emisiones son, en principio, los que cuentan con mayor potencial de mitigación. De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del año 2005, un 45% de las emisiones nacionales se relacionó con cambios en el uso de la tierra, sobre todo por deforestación, y con el sector agropecuario, sobre todo la ganadería; un 41% provino del sector de energía (incluido transporte) por quema de combustibles y emisiones fugitivas de combustibles. Las emisiones por disposición de desechos y por aguas residuales representaron un 11% de las emisiones nacionales y el 3% restante provino de procesos industriales.

Bajo ese marco y contexto nacional, en este pilar se identifican tres líneas prioritarias de acción:

- Programa de prioridades nacionales de mitigación con co-beneficios
- Desarrollo urbano bajo en carbono
- Trayectorias de desarrollo bajas en carbono

Programa de prioridades nacionales de mitigación con co-beneficios

El Salvador debe asegurar que sus acciones de mitigación del cambio climático llevan aparejados otros beneficios sociales, económicos o de adaptación. Para ello es necesario formular un programa de prioridades de mitigación asociado a las agendas estratégicas de desarrollo económico y social del país, con capacidad de apalancar financiamiento climático, definiendo parámetros y criterios para la selección de actividades prioritarias.

De hecho, diversos proyectos de desarrollo en ejecución ya reducen o reducirán significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, sin que las mismas se hayan contabilizado y reportado como contribuciones nacionales a los esfuerzos de mitigación.

Por ejemplo, el desarrollo de la infraestructura vial, el Sistema Integrado de Transporte Metropolitano (SITRAMSS), la modernización de las señales luminosas, entre otros, son proyectos típicos de reducción de emisiones que los países presentan como Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs por sus siglas en inglés), promovidas y, en alguna medida, financiadas con fondos climáticos internacionales. Los efectos positivos de las iniciativas mencionadas en reducción de contaminación

del aire y consecuente reducción de enfermedades respiratorias en la zona metropolitana, se convierten en co-beneficios sustantivos y a veces estratégicos de los esfuerzos de mitigación.

En el caso de las energías renovables, la Política Nacional del Medio Ambiente considera como energías limpias aquellas que además de no contaminar el ambiente, generan beneficios sociales y de desarrollo local. Desde esa perspectiva, atención privilegiada debe asignarse a tecnologías que impliquen sinergias con otras agendas estratégicas del país, como la de saneamiento ambiental. Una discusión sustantiva sobre condiciones tecnológicas y culturales para la masificación del uso de bio-digestores como alternativa de generación energética para consumo residencial o de granja en zonas rurales, cuenta con gran potencial para reducir de manera significativa la elevada carga contaminante de suelos y aguas. Algunas tecnologías de generación de energía renovable basadas en la utilización de desechos y vertidos representan también opciones de suministro energético y de saneamiento en áreas rurales y urbanas.

De cara a la estrategia energética más global ya se cuenta con estudios e instrumentos de base para el subsector de energía eléctrica, entre ellos un plan maestro y propuestas de reformas que permitirían la interconexión a la red de transmisión de manera competitiva de la energía producida por pequeñas generadoras que utilicen fuentes renovables.

Para proyectos de mediana y mayor escala, es importante establecer el marco de co-beneficios sociales, de adaptación y reducción de vulnerabilidad social que deben acompañar a los mismos. Un ejercicio de desarrollo de energías limpias ya se avanza con el rediseño del proyecto hidroeléctrico de El Cimarrón en la región nor-occidental del país, pues incorpora en su concepción co-beneficios de adaptación y de desarrollo local y comunitario. Aunque en fase incipiente, está en desarrollo el diseño de un parque eólico en el Municipio de Metapán, sobre el que aún está pendiente la realización de estudios de impactos y beneficios locales y comunitarios.

En eficiencia energética, aunque hay avances importantes, como el del Programa El Salvador Ahorra Energía, está pendiente el desarrollo de una agenda articulada, intersectorial e interinstitucional, que identifique oportunidades estratégicas con co-beneficios en otros sectores. Otro tema de atención es la adopción de tecnologías constructivas apropiadas y actualización de códigos de construcción de edificios y soluciones habitacionales que incorporan consideraciones climáticas que, además de reducir el consumo de energía, aminorarían el impacto a la salud por olas de calor más severas asociadas a efectos del cambio climático.

El Programa REDD+ (Reducción de emisiones por la deforestación y la degradación forestal y aumento de las reservas forestales de carbono) de El Salvador, destinado a reducir y capturar emisiones de gases de efecto invernadero en el área rural conllevaría también importantes co-beneficios sociales y de adaptación. De hecho, el punto de partida para el diseño de este programa ha sido la Mitigación basado en la Adaptación, por lo que este programa es el primero en el mundo que explícitamente adopta este enfoque.

En resumen, el país cuenta con experiencias e insumos para avanzar de manera sustantiva en la articulación del componente de mitigación dentro de su estrategia de cambio climático.

Desarrollo urbano bajo en carbono

El desarrollo urbano desordenado y los diseños arquitectónicos que no incorporan la dimensión climática acrecientan exponencialmente las emisiones de gases de efecto invernadero por el aumento de la deforestación y el mayor consumo energético asociado al transporte, el acondicionamiento de temperatura en interiores y el aprovisionamiento de servicios básicos de agua y saneamiento, entre otros. Un desarrollo urbano bajo en carbono para El Salvador no solo desaceleraría las emisiones de gases de efecto invernadero sino que mejoraría las condiciones de competitividad económica de los núcleos urbanos y reduciría la incidencia de enfermedades asociadas a la contaminación y el fenómeno de islas de calor en las ciudades, mejorando el confort urbano.

Trayectorias de crecimiento económico bajas en carbono

El Salvador no puede asumir compromisos vinculantes de reducción del crecimiento de sus emisiones si no tiene claro las posibles trayectorias de su crecimiento económico y si no tiene conocimiento del potencial de mitigación que existe en los distintos sectores económicos y del costo de las tecnologías y capacidades necesarias que posibilitarían determinadas trayectorias de reducción de emisiones o “curvas de abatimiento” para cada sector específico. Esta información, además, es indispensable para establecer las necesidades de financiamiento climático y de transferencia de tecnologías requeridos para lograr el cumplimiento de los compromisos en mitigación que el país llegara a asumir, mientras se mejora la competitividad global del país de forma sostenible.

5.3 Temas Críticos

Precisar las acciones necesarias para cada una de las nueve líneas prioritarias de acción propuestas bajo los tres pilares de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y avanzar decididamente en su implementación es un desafío de gran envergadura. Exige conjugar múltiples recursos, conocimientos, capacidades y organización, así como disposiciones individuales y colectivas para crear y habilitar condiciones cuyo alcance no se reduce a la introducción de unas cuantas mejoras puntuales sino que exige de un compromiso nacional que lleve al país a un nuevo nivel de capacidades. A continuación se describe una serie de temas críticos requeridos para esa transformación.

5.3.1 Sensibilización

Un factor esencial para incrementar la escala y eficacia de las acciones en cambio climático radica en el más pleno involucramiento ciudadano y apropiación pública del tema. Para ello es necesario propiciar una mejor comprensión social de las implicaciones del cambio climático a la luz de las circunstancias nacionales, de manera que tengan sustento los consensos básicos necesarios para asegurar la sostenibilidad de los esfuerzos de país en el largo plazo.

Es imprescindible, en tal sentido, promover una cultura de gestión de riesgos y de aseguramiento de bienes, de producción y consumo sensible al ahorro y la eficiencia en el uso de energía y recursos naturales, de apertura y compromiso hacia las necesidades y posibilidades de adaptación al cambio climático tanto en las actividades ya rutinarias como en la concepción y concreción de nuevos proyectos de desarrollo e inversión.

Es indispensable, a su vez, propiciar mayores disposiciones hacia la participación social y el diálogo intersectorial en la identificación de los desafíos del cambio climático, en la propuesta y evaluación de alternativas, reconociendo que a quienes cuentan con mayores recursos y capacidades les corresponde asumir el liderazgo en sus propias esferas de influencia y actuación, especialmente los medios de comunicación, de manera que sea asumida efectivamente como país esta realidad climática de riesgo creciente e incertidumbre.

5.3.2 Educación y formación

Las reformas legislativas de mayo 2011 de la Ley General de Educación y la Ley de Educación Superior ya exigen incorporar la enseñanza sobre la adaptación y la mitigación del cambio climático en el sistema de educación básica, en el primer caso, y la investigación sobre la realidad del país para enfrentar los efectos adversos del cambio climático dentro del sistema de educación superior, en el segundo.

En realidad, las demandas de formación que impone la nueva realidad climática que enfrenta el país y la necesidad de articular respuestas adecuadas a esa realidad son tan grandes que esas reformas legales podrían ser la base para una profunda reforma educativa, pues actualmente son muy grandes las carencias de capacidades y de cuadros necesarios para poner en plena marcha la Estrategia y Plan Nacional de Cambio Climático.

Se requieren nuevas capacidades y conocimientos en ciencias de la tierra (geología, oceanografía, meteorología) y de la biología y manejo de los sistemas climático, terrestre y oceanográfico; casi en todo ello se involucran especialidades que no se sirven en el ámbito nacional y son indispensables para la investigación de las manifestaciones y los efectos locales del cambio climático. La formación en las ingenierías y la arquitectura debe incorporar nuevas destrezas y capacidades que permitan incorporar estratégicamente la dimensión del cambio climático en la actuación profesional.

El dominio de diversos modelos climáticos y las tecnologías asociadas con la construcción de escenarios, tanto climáticos como socioeconómicos, requeridos para lidiar con mayores niveles de incertidumbre, se han vuelto una herramienta vital para la planificación y el diseño de políticas públicas más acordes con la realidad de riesgos actual. Ello permitirá darle un adecuado cumplimiento a la exigencia establecida en la reciente reforma a la Ley de Medio Ambiente (noviembre de 2012) que demanda elaborar periódicamente escenarios climáticos en los niveles regional, nacional y para regiones específicas.

Así mismo, hace falta generalizar el dominio y aplicación de la estadística y las probabilidades, incluyendo su utilización en el análisis de los instrumentos financieros relacionados con enfoques de retención y transferencia de riesgo. Igualmente hace falta capacidad para generalizar la utilización de información climática, ambiental, económica, de riesgos en sistemas geo-referenciados que facilitan la rápida comprensión y toma de decisiones en momentos de crisis.

La creciente incertidumbre que genera el cambio climático exige una gestión del conocimiento distinta que promueva enfoques más flexibles y probabilísticos en los diversos campos del conocimiento, impulsando la producción de estadísticas en diversos campos pasando de la escala nacional a la local. También se debe avanzar hacia modelos de gestión del conocimiento transdisciplinares más adecuados para abordar los impactos trans-sectoriales del cambio climático y la necesaria gestión multisectorial de programas y proyectos de desarrollo y adaptación.

En casi todas las disciplinas deben desarrollarse capacidades para la elaboración de indicadores de riesgo, de manifestaciones de cambio climático, de vulnerabilidad social y ambiental, con especial atención en los problemas de seguridad alimentaria, medicina epidemiológica, comportamiento hidrológico y de estrés hídrico, resiliencia de ecosistemas, seguridad energética, actualización de índices y factores de riesgo para códigos de construcción, entre tantos otros. Indicadores que, en buena medida, requieren de colaboración y conocimientos interdisciplinares.

También son necesarias capacidades para la simulación de los impactos del cambio climático en cada uno de los sectores clave de la economía y en los segmentos y conglomerados poblacionales más vulnerables. Es preciso ampliar conocimientos sobre las tecnologías de reciclaje, que disminuyan la contaminación y sus efectos en la vulnerabilidad de los ecosistemas y también prepararse para la revolución tecnológica en el sector energético y otros campos que ya se está dando.

Las ciencias sociales deben tener un nuevo impulso abriéndose a nuevas disciplinas y enfoques. Es necesaria la formación en diversas especialidades de la geografía humana, la sociología y la antropología para entender mejor los conflictos y las respuestas locales ante el cambio climático.

Un reto especial enfrentan las diversas ramas de la economía, que necesitan desarrollar capacidades para una mejor comprensión de los escenarios de riesgo climático en la planificación del desarrollo, las proyecciones de crecimiento y la evaluación de las inversiones, incorporando la dimensión de la adaptación y los costos y beneficios de la reducción de emisiones en los diversos sectores de la producción.

En suma, las necesidades de formación profesional, de investigación científica y de innovación social y tecnológica se presentan en tal escala que demandan un replanteo del modelo educativo nacional en su globalidad, evaluándolo a la luz de sus capacidades para hacerse cargo de esta realidad climática emergente, marcada por los riesgos y la incertidumbre.

5.3.3 Investigación

La Estrategia y el Plan Nacional de Cambio Climático exigen desarrollar una amplia agenda de investigación. Es necesario comprender mejor la creciente variabilidad climática que afecta al país e investigar los cambios que se han dado en la génesis de eventos extremos de lluvia ahora más cercanos a El Salvador por el lado del Océano Pacífico. Y más aún, a partir de esas investigaciones avanzar hacia la construcción de escenarios de variabilidad climática, a fin de contar con un marco más adecuado para priorizar las medidas de adaptación y reducción de riesgos.

Es preciso también avanzar en el conocimiento del comportamiento, resiliencia y manejo sostenible de ecosistemas críticos y de su interdependencia recíproca, como en el caso de los costeros y marinos, lo mismo que en la identificación de las interacciones entre los sistemas rurales y urbanos a través de investigaciones interdisciplinarias. La investigación en ecosistemas costero-marinos es clave, además, considerando los esfuerzos que el país está realizando para impulsar una estrategia de desarrollo para esa franja y porque numerosas familias en situación de pobreza basan sus ingresos en la pesca, la extracción de mariscos y otros servicios que brindan esos ecosistemas.

Asimismo, es necesario profundizar en la investigación y desarrollo de modelos de simulación de impactos del cambio climático en la salud humana, biodiversidad, agricultura recursos hídricos y costeros marinos, bosques, sector agrícola, acuicultura, suelo, transporte, industria, energía, turismo, urbanismo y construcción, tal como también lo exigen las reformas a la Ley del Medio Ambiente, vigentes desde noviembre de 2012.

Particular relevancia tiene el desarrollo de conocimientos para construir modelos y sistemas de indicadores para la detección temprana de nuevas manifestaciones del cambio climático y emprender investigaciones de largo plazo sobre tendencias y proyecciones de cambios sociales, económicos, tecnológicos y migratorios, de manera que pueda disponerse de toda la información requerida para la aplicación de los sistemas de simulación propios de la gestión adaptativa. En adaptación es clave también avanzar en la investigación de la condición y evolución de acuíferos superficiales costeros y dinámicas prevalecientes en zonas con evidencias de desertificación, impulsando también estudios especializados del suelo y del mar, y sus alternaciones en estructura, composición química y otros efectos climáticos que repercutirán en el rendimiento y reproducción de especies alimentarias o comercialmente importantes.

Asimismo, desde las ciencias sociales, es necesario investigar el comportamiento social y cultural frente a la amenaza, los riesgos y sus factores causantes; las capacidades y limitaciones de la actual organización comunitaria y de los mecanismos de cooperación y gobernanza local; la conflictividad y disputa por recursos que se vuelven más escasos, así como la transformación de conflictos para enfrentar riesgos crecientes.

En mitigación es necesario profundizar en la identificación de factores locales de emisión en distintos sectores como el de agricultura y cambio de uso de la tierra, aguas residuales y desechos sólidos así como desarrollar conocimientos sobre las capacidades de absorción de emisiones de sumideros nacionales. Es también importante establecer el potencial de mitigación en sectores altamente emisores y avanzar en la investigación y desarrollo de tecnologías de producción más eficientes y de generación de energía renovable.

5.3.4 Tecnología

Disponer de opciones y recursos tecnológicos para responder a los efectos del cambio climático en cada uno de los sectores clave de la economía y en los territorios y comunidades altamente vulnerables es un objetivo central para viabilizar la implementación de la Estrategia y el Plan Nacional de Cambio Climático, pero sobre todo es crítico para impulsar un desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono que permitan asegurar la sostenibilidad y competitividad futuras de la economía nacional.

No se trata simplemente de agregar prácticas tecnológicas complementarias a las necesarias para la producción de bienes y servicios, sino de que éstas mismas se desarrollen con enfoque de adaptación y mitigación mediante tecnologías apropiadas. Es necesario asimismo identificar tecnologías específicas para reducir o manejar los impactos del cambio climático en los sistemas socio-naturales y para reducir vulnerabilidades en asentamientos y otros sistemas humanos. También, será indispensable socializar el conocimiento y dominio básico de algunas tecnologías allí donde sean más urgentes y necesarias, tanto para proveer de energía limpia algunas comunidades aisladas que no disponen de ella, como para reducir riesgos e implementar medidas de adaptación en otras.

Tecnologías bioclimáticas y tecnologías para la generación de energías alternativas, la producción eficiente y adaptada al cambio climático en los sectores agrícola, pecuario, de la construcción, gestión hídrica, saneamiento ambiental, industria y servicios son ejemplos de una amplia gama de necesidades tecnológicas que es preciso desarrollar.

En este ámbito, es clave la creación de un entorno institucional apropiado para la preparación de cuadros té, centros de capacitación y desarrollo de aptitudes para el acceso y apropiación de las tecnologías no disponibles localmente, cuya canalización y transferencia al país deberá realizarse a través de los mecanismos creados a ese efecto dentro de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

El proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA por sus siglas en inglés) recientemente finalizado identificó barreras de orden legal, institucional y de hábitos y costumbres y algunas debilidades de mercado para el desarrollo de las tecnologías necesarias. Entre las de tipo legal se identificó la necesidad de subsanar vacíos y armonizar algunas leyes con competencias en materia forestal, las que también se registraron durante la preparación del programa REDD+. De igual manera se identificaron vacíos en la Ley de Riego y Avenamiento, que es preciso actualizar para ordenar de mejor manera la gestión del recurso hídrico. En este caso, el avance más importante ya se ha dado, al encontrarse en discusión en la Asamblea Legislativa lo que será su marco de referencia fundamental, la propuesta de Ley General del Agua.

Por otra parte, algunos hábitos y costumbres locales generarían reticencia a la adopción de algunas tecnologías de adaptación y de mitigación al cambio climático que parecerían apropiadas al contexto. Tal es el caso con el uso de letrinas en elevación, en zonas susceptibles de inundación y el empleo de bio-digestores para la generación de energía. Un diálogo amplio sobre el uso de tecnologías en las comunidades y su pertinencia al contexto local y nacional podría constituir una antesala para la elaboración de una política tecnológica para la adaptación.

5.3.5 Financiamiento

Una fuerte inyección de financiamiento climático es imprescindible para avanzar aceleradamente en la implementación de las líneas de acción contempladas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Es pertinente insistir en que financiamiento climático no es ayuda oficial al desarrollo, sino una obligación que asumieron los países desarrollados cuando ratificaron la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Por lo tanto, este financiamiento debe ser nuevo y adicional a la cooperación al desarrollo y es un derecho de los países en desarrollo, sobre todo de aquellos como El Salvador que son los principales afectados por el cambio climático y los que menos han contribuido a causarlo.

Pero esta diferenciación tiene también implicaciones para quienes en el país diseñan y proponen proyectos para gestión de financiamiento climático. No cualquier proyecto o programa de desarrollo puede proponerse o calificar para ser financiado con fondos climáticos. Hace falta que los proyectos se propongan objetivos climáticos específicos y que en su diseño se incorporen criterios y estándares previstos por distintos instrumentos de la Convención para que estos califiquen o sean

considerados por alguna agencia o fuente de financiamiento climático.

En más de algún caso, instituciones de gobierno han incurrido en el error de proponer proyectos clásicos para presentar a la cooperación al desarrollo como proyectos para financiamiento climático. No obstante, un estudio promovido por el Viceministerio de Cooperación para el Desarrollo, “Cómo superar las barreras a las finanzas del clima – Lecciones desde El Salvador”, ha identificado que no toda la responsabilidad por estos equívocos es atribuible a las instituciones nacionales.

En parte el problema se origina por falta de transparencia y coordinación en requisitos y procedimientos provistos por las fuentes de financiamiento climático. Incrementar capacidades de gestión de financiamiento y profundizar en las especificidades del financiamiento climático son algunas de las finalidades para las que se estableció, a partir de mayo de 2011, el Comité Interinstitucional para el Financiamiento Climático (CIFCC), como espacio de consulta que aglutina a 18 carteras de Estado e instituciones autónomas del país.

Uno de los problemas para financiamiento climático identificados en el referido estudio es la necesidad de que la institucionalidad pública avance en la gestión por resultados, que es parte central de la rendición de cuentas sobre las finanzas del clima. Sobre todo, reconociendo que se ha aceptado en las negociaciones internacionales que el financiamiento climático se otorgará sobre la base de resultados.

Por otra parte, el país está avanzando en el fortalecimiento y acreditación internacional del Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES) para captar financiamiento climático internacional de forma directa, lo que implica desarrollo de capacidades nacionales y gestión financiera de acuerdo a altos estándares de administración fiduciaria.

Otro desafío para acceder al financiamiento climático es el desarrollo de capacidades para estimar y cuantificar necesidades de financiamiento, costos por pérdidas y daños y sistemas contables adecuados que den fundamento a los requerimientos financieros que el país formule. Uno de los esfuerzos clave para avanzar en esa dirección se dio en el marco de un acuerdo de cooperación interinstitucional firmado en agosto de 2012 entre el Ministerio de Hacienda y el MARN, en el marco del Comité de Cambio Climático, con el fin de desarrollar capacidades para integrar cambio climático en las finanzas nacionales. El país también ha avanzado en la cuantificación de necesidades de financiamiento para algunas actividades de adaptación.

En resumen, es crucial que el país se continúe preparando para acceder y ejecutar financiamiento climático de acuerdo a estándares internacionales y en la escala que sus necesidades lo requieren. Pero también debe hacerse un esfuerzo por impulsar con financiamiento propio inversiones críticas y urgentes en reducción, retención y transferencia de riesgos, incluyendo la incorporación de cambio climático en la política de protección y reducción de vulnerabilidad social, en la política fiscal y presupuestaria.

5.4 Requerimientos Institucionales

El desarrollo de las líneas prioritarias de acción propuestas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático representa un gran desafío institucional pues exige ajustar la institucionalidad del Estado y establecer nuevas prioridades, así como nuevos estándares de desempeño institucional. Particularmente crítica resulta la institucionalización de la gestión por resultados que, como antes señalado, se ha acordado que el financiamiento climático no reembolsable se otorgará, precisamente, con base a resultados.

Además, es indispensable establecer una vinculación estratégica con la institucionalidad global que está emergiendo en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y lograr una participación efectiva de El Salvador en las negociaciones bajo esa Convención que son tan determinantes para el futuro del país.

5.4.1 Coordinación interinstitucional

La reducción del riesgo climático requiere de una efectiva coordinación interinstitucional a nivel del gobierno central y una articulación estratégica y operativa con los gobiernos locales y otras institucionalidades territoriales para asegurar eficiencia y eficacia, así como complementariedades y beneficios múltiples en las intervenciones en territorio.

Ello supone trascender paradigmas de operación y planificación presupuestaria exclusivamente sectoriales y la adopción de procedimientos de alcance interinstitucional en la definición de objetivos estratégicos y evaluación de resultados. Asimismo, será necesario un proceso sistemático de análisis de capacidades y procedimientos operativos vigentes que conduzca a mecanismos más ágiles y eficientes de acción e interlocución institucional con sectores, actores y realidades locales.

Un desafío de vital trascendencia es la efectiva articulación e implementación de arreglos interinstitucionales apropiados para la operación del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SINAMA) dentro de un sistema de responsabilidades compartidas en la gestión y monitoreo de los riesgos y de las medidas de adaptación.

La eficaz coordinación de las instituciones gubernamentales en su actuación territorial es particularmente crucial porque es precisamente en el ámbito local y territorial donde tienen lugar las acciones sustantivas de adaptación y mitigación. La experiencia en el desarrollo del Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) y otras iniciativas de coordinación en territorio bajo la presente administración ofrecen lecciones importantes en esta materia.

5.4.2 Fortalecimiento institucional

Los retos del cambio climático demandan procesos sustantivos de fortalecimiento institucional sobre todo en relación con la protección social, la gestión ambiental, el ordenamiento territorial, la planificación económica nacional y la participación en las negociaciones internacionales bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

La política de protección social requiere incorporar un enfoque de promoción y fortalecimiento de la resiliencia de las familias ante eventos extremos, incluyendo la identificación de las opciones de inversión social más eficaces para enfrentar pérdidas y daños. En la misma dirección, es necesario contemplar en su planificación la inversión necesaria en opciones de transferencia de riesgos por medio de seguros, incluyendo aquellos que pudieran gestionarse ante un eventual mecanismo internacional para pérdidas y daños.

En lo relativo a la gestión ambiental pública se requiere un desarrollo institucional que permita darle cumplimiento efectivo al mandato legal que establece que la gestión ambiental no es solo responsabilidad del MARN, sino de todo el SINAMA, que incluye a las demás instituciones del gobierno central y a los gobiernos locales. Por otra parte, es indispensable incorporar la dimensión del riesgo climático en los planes de ordenamiento y desarrollo territorial.

El ordenamiento ambiental de territorio, fundamental para la prevención de riesgos y para la competitividad estratégica y de largo plazo del país, que ha estado largamente ausente de la gestión institucional, ha de convertirse en guía y prioridad de su actuación. Estándares internacionales de desempeño climático, ambiental y social han de institucionalizarse para la incorporación de la dimensión de cambio climático y de impactos acumulativos en el diseño, implementación y operación de nuevos proyectos de inversión pública y privada. A nivel urbano es prioritario desarrollar capacidades y arreglos institucionales para el diseño e implementación de una estrategia de desarrollo baja en carbono y resiliente al clima.

Incorporar la dimensión del cambio climático en la planificación económica nacional es quizá uno de los mayores desafíos, pues exige introducir nuevas variables en los modelos económicos formales

y en el marco de evaluación de los proyectos de inversión. Unidades especializadas de estudio de riesgos climáticos y de mitigación del cambio climático que provean información estratégica para la planificación presupuestaria y el desarrollo sectorial y nacional emergen como necesidades básicas para el mejor desempeño institucional. Las mismas deberán contar con capacidades de simulación del riesgo y proyección de trayectorias de abatimiento de emisiones de gases de efecto invernadero incluyendo la evaluación de costo-eficiencia y costo-beneficio de alternativas de reducción, retención y transferencia del riesgo.

En el ámbito internacional, en los últimos años las negociaciones bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático han sido fecundas en la creación y desarrollo de nuevas instituciones para apoyar los esfuerzos de los países en adaptación al cambio climático y su mitigación. El Comité de Adaptación, el Comité Permanente de Financiamiento, el Fondo Verde del Clima, el Mecanismo de Tecnología (Comité Ejecutivo de Tecnologías) y el futuro arreglo institucional de Pérdidas y Daños representan un desarrollo institucional sin precedentes en el marco de la Convención, que se suman a otras instituciones permanentes relacionadas al tema, como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y los órganos subsidiarios de Implementación (SBI) y de Asesoría Científica y Tecnológica (SBSTA).

Se trata de instituciones constituidas con representación de los países miembros de la Convención destinadas a apoyar y posibilitar que éstos cumplan con los compromisos asumidos en la misma y que formulen recomendaciones estratégicas para responder a las necesidades y circunstancias inéditas que aquellos enfrentan. En tal sentido, es prioritario que el país cree condiciones, capacidades y articulaciones institucionales que le permitan participar estratégicamente, aprovechar recursos y ocupar posiciones clave dentro de esas nuevas entidades. Para ello es imprescindible desarrollar arreglos que vayan más allá de la institucionalidad pública, en alguna medida rebasada por la multiplicación de demandas, incorporando en el esfuerzo otros actores de la sociedad civil, en particular de la Academia.

5.4.3 Gobernanza local y modelos de gestión

Dado que los riesgos y los impactos del cambio climático son locales, incluyendo el nivel comunitario, el protagonismo de los actores locales se vuelve central en la gestión sostenible de sus territorios y medios de vida. El desarrollo y fortalecimiento de sistemas de gobernanza local y de amplia participación y cooperación social son así indispensables para la identificación y gestión de proyectos de adaptación y de mitigación. También resulta crucial el fortalecimiento o establecimiento de mancomunidades municipales para la toma de decisiones estratégicas y la gestión más eficiente de los planes de adaptación, el manejo sostenible de las cuencas y los recursos naturales compartidos.

Modelos de organización y gestión local para el monitoreo de riesgos, sistemas de alerta temprana y operacionalización de mecanismos colectivos de transferencia o retención de riesgos y distribución equitativa de co-beneficios de mitigación a nivel rural y urbano, constituyen a su vez objetivos sustantivos de la gobernanza local.

5.4.4 Monitoreo, reporte y verificación

El desarrollo y adopción de robustos sistemas de información para el monitoreo, reporte y verificación son esenciales, tanto para la rendición de cuentas como para el seguimiento y monitoreo de eficacia e impactos de los nuevos procesos de adaptación y mitigación de implementación flexible, sensibles a las condiciones cambiantes del clima, de los ecosistemas y del estado de vulnerabilidades de sectores y territorios.

Asimismo, sistemas de información e indicadores para el monitoreo del riesgo climático son esenciales para gestionar los mecanismos de pérdidas y daños y dar sustento a los planteamientos de país en el marco de las negociaciones de cambio climático.

Algunos de los nuevos compromisos adquiridos por el país en las últimas rondas de negociación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático se insertan en la línea señalada, requiriendo un significativo fortalecimiento de la capacidad de monitoreo y de generación de información, entre ellos los relacionados con:

- La actualización cada dos años del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI);
- El establecimiento de un sólido sistema de Monitoreo, Reportaje y Verificación (MRV) para poder acceder a financiamiento climático basado en resultados;
- El cumplimiento de compromisos legalmente vinculantes en materia de mitigación a partir del año 2020 una vez se haya concluido la negociación y entre en vigencia un nuevo instrumento bajo la Convención para tal efecto.

En atención al compromiso asumido de presentar informes de actualización bienal del inventario nacional de GEI, hace falta contar con mejores capacidades y recursos para la estimación de emisiones relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS). En esto es de especial relevancia el acceso a recursos para el desarrollo de información cartográfica comparable en el tiempo sobre la cobertura boscosa y vegetal del país y lograr una mejor estimación de las emisiones netas para distintos usos de la tierra y las prácticas de manejo, especialmente en la agricultura.

Hasta el momento la estimación de emisiones en uso de la tierra se han realizado por medio de criterio de experto o el uso de factores de emisión por defecto, mencionados como opción en las Directrices del IPCC, lo que genera elevados niveles de incertidumbre. Es preciso también establecer metodologías y arreglos para culminar el desarrollo del SINGEI, que permitirá la obtención y manejo estandarizado de información sobre los sumideros y emisiones de gases de efecto de invernadero.

La medición de la huella de carbono de productos y sus procesos productivos también es importante para la futura competitividad del país. Tarde o temprano se va a tener que transitar a economías bajas en emisiones y se impondrán nuevas exigencias para la producción y las exportaciones en relación con el contenido carbónico y una mayor eficiencia en el consumo del agua. Considerando que la economía salvadoreña es relativamente abierta, con un limitado número de productos y mercados de exportación, este reto es mayor. Se debe de iniciar ya la identificación y desarrollo de las potenciales ventajas en esta nueva época, y los sistemas de MRV relacionados con cambio climático pueden contribuir también en este aspecto.

Vinculado con el sistema MRV son necesarios recursos para impulsar la propuesta de desarrollo de un sistema integrado de información climática, ambiental, social y económica que incluye la elaboración de indicadores de resiliencia y sustentabilidad para monitorear y registrar la evolución de las manifestaciones del cambio climático en el territorio, sus impactos y la eficacia de las respuestas.

Esta base informativa también es clave para proyectos de investigación que procuren establecer posibles interacciones de fenómenos e impactos climáticos experimentados en distintas regiones o microrregiones, a fin de dar mejor cuenta de la complejidad de la evolución del fenómeno climático.

5.4.5 Legislación, normativas y regulación

Incorporar la dimensión del cambio climático en los planes nacionales de desarrollo y en las leyes, políticas públicas y otros instrumentos normativos es quizá uno de los mayores desafíos a la institucionalidad del país, que resulta prioritario para acelerar la implementación de las líneas de acción contempladas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

En este sentido es esencial contar con nueva legislación como la Ley General de Aguas, una Ley de Biodiversidad e incluso una Ley de Cambio Climático. Asimismo, la revisión del Código de Construc-

ción a la luz de los desafíos y nuevas tecnologías del cambio climático constituye otra área clave en este ámbito. La efectiva implementación de la Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial representa a su vez un elemento crucial para la reducción y prevención de riesgos climáticos.

La revisión de la actual Ley de Seguros o la creación de una nueva Ley General de Seguros podrían constituir un importante factor habilitante para la implementación de mecanismos de retención y transferencia de riesgos. Asimismo, la actualización de la política de protección social universal con enfoque de cambio climático, puede representar un eficaz mecanismo para la reducción de pérdidas y daños, especialmente en los segmentos poblacionales más vulnerables del país. Por otra parte, impulsar una estrategia nacional de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, representa un componente crítico para la competitividad y el crecimiento económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Alpízar et al. (2003). El Salvador frente al cambio climático. MARN-FAO.
- Asamblea Legislativa. (2011). Decreto N°644. Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. San Salvador.
- Banco Mundial. (2010). Documento programático de la propuesta de un préstamo para políticas de desarrollo destinado a mejorar la gestión de riesgos de desastres con opción de *desembolso diferido ante catástrofes*. Washington DC., USA: Departamento de Desarrollo Sostenible. Unidad de Gestión de América Central. Oficina Regional de América Latina y el Caribe.
- Barnett, T. et al. (2005). *Penetration of human-induced warming into the world's oceans*. Science, vol. 309, N° 5732.
- CEPAL. (2009). El Salvador: impacto socioeconómico ambiental y de riesgo por la Baja Presión asociada a la Tormenta Tropical Ida en noviembre de 2009.
- CEPAL. (2010). Istmo Centroamericano: estadísticas del subsector eléctrico, 2009 (LC/MEX/L.976).
- CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA. (2011). *La economía del cambio climático en Centroamérica*. Reporte técnico 2011, Organización de la Naciones Unidas, CEPAL, LC/MEX/L.1016.
- Cruz, R. (2005). Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, San Salvador, El Salvador.
- Diario Oficial. (2012). *Contrato de préstamos con el Banco Interamericano de Desarrollo para el Programa Integral de Sostenibilidad Fiscal y Adaptación al Cambio Climático*. San Salvador, El Salvador: Diario Oficial tomo 394 N° 63.
- DIGESTYC. (2010). *Encuesta de hogares de propósitos múltiples*. San Salvador, El Salvador: Dirección General de Estadísticas y Censo.
- Echeverría, B. (2004). *Selección de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero para desarrollar escenarios de cambio climático en Centroamérica*. San José, Costa Rica: CRRH-UCRCI-GEFI-AIACCLA06.

- Emanuel, K. (1987). *The dependence of hurricane intensity on climate*. Nature, vol. 326, N° 6112.
- Fernández Molina, J.A. (2005). *Mercado, empresarios y trabajo: la siderurgia en el Reino de Guatemala*. San Salvador, El Salvador: Dirección de Publicaciones e Impresos / CONCULTURA.
- Fernández, W., J. Amador y M. Campos. (2006). *Impacts and adaptation to climate change and extreme events in Central America, Final report*. San José, Costa Rica: University of Costa Rica Geophysical Research Center.
- Fleischer, A., I. Lichtman y R. Mendelsohn. (2007). *Climate Change, Irrigation, and Israeli Agriculture: Will Warming Be Harmful?*. World Bank, Policy Research Working Paper, No. 4135.
- Germanwatch. (2010). *Germanwatch Global Climate Risk Index 2011. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2009 and 1990 to 2009*. Germany: Germanwatch Briefing Paper.
- Germanwatch. (2012). *Germanwatch Global Climate Risk Index 2013. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2011 and 1992 to 2011*. Germany: Germanwatch Briefing Paper.
- Hecht, S. y Saatchi, S. (2007). *Globalization and Forest Resurgence: Changes in Forest Cover in El Salvador*. BioScience 57(8):663-672. Septiembre, 2007. En: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1641/B570806>.
- Henderson-Sellers, A. et al. (1998). *Tropical cyclones and global climate change: A post-IPCC assessment*. Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 79, N° 1.
- Hodrick, R. y E. Prescott. (1997). *Postwar US business cycles: An empirical investigation*. Journal of Money, Credit & Banking, vol. 29, N° 1.
- Holland, G. (1997). *The maximum potential intensity of tropical cyclones*. Journal of the Atmospheric Sciences, vol. 54, N° 21.
- IPCC. (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reporting Instructions, Volume 1. Workbook, Volume 2. Reference Manual: Volume 3*. Bracknell, United Kingdom: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)/ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).
- IPCC. (2000). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, Jim Penman et al. Kanagawa, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.
- IPCC. (2007a). *Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2007b). *Cambio Climático 2007: resumen técnico*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2007c). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

- IPCC. (2007d). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2012). *Summary for Policymakers. En: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, y New York, NY, USA, pp. 1-19.: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.). A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Levitus, S., J. Antonov y T. Boyer. (2005). *Warming of the world ocean, 1955–2003*. Geophysical Research Letters, vol. 32, N° 2.
- Lindo-Fuentes, H. (2002). *La Economía de El Salvador en el siglo XIX*. D. San Salvador, El Salvador: Dirección de Publicaciones e Impresos / CONCULTURA.
- López, D. (septiembre de 2012). Atlas Dinámico de Riesgos. Entrevista realizada en el marco de la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. (PRISMA, Entrevistador)
- MAG. (2005). *Censo Agropecuario 2005*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MAG. (2011). *Política Forestal para El Salvador, 2011- 2030*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MAG. (2012a). *Estrategia Ambiental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal, Acuícola y Pesquero*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- MAG. (2012b). Presentación: Situación de sequía en oriente, daños de cultivos y medidas de contingencia. San Salvador, El Salvador.
- MARN-GEF. (2001). Diagnóstico del estado actual del conocimiento y propuesta de una estrategia para la creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador.
- MARN. (2003). Evaluación de las políticas para enfrentar la sequía en El Salvador dentro del marco del desarrollo y la transferencia de tecnologías de adaptación ante la variabilidad y cambio global del clima.
- MARN-GEF-PNUD. (2007). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador.
- MARN. (2012a). Política Nacional del Medio Ambiente. San Salvador, El Salvador
- MARN-UCA. (2010a). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero El Salvador 2000*. San Salvador, El Salvador: Proyecto Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático PNUD GEF.
- MARN-UCA. (2010b). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero El Salvador 2005*. San Salvador, El Salvador: Proyecto Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático PNUD GEF.

- MARN. (2011b). *Depresión Tropical 12E y sistema depresionario sobre El Salvador*. San Salvador, El Salvador.
- MOPVTDU. (2011). *La estrategia del MOPVTDU ante el cambio climático*. San Salvador, El Salvador: Presentación PowerPoint realizada en el marco del Foro Nacional de Cambio Climático (23-24 de febrero).
- OCHA/UNDAC. (2010). *Evaluación de la Capacidad Nacional para la Respuesta a Emergencias: El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) Equipo de Naciones Unidas de Evaluación y Coordinación de Desastres (UNDAC).
- Ordaz, J.L et al. (2010). *El Salvador: Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. México, México. 70pp.: (LC/MEX/L.969) CEPAL/).
- PNUD. (2010). *Informe sobre Desarrollo Humano El Salvador 2010. De la pobreza y el consumismo al bienestar de la gente*. San Salvador, El Salvador: PNUD.
- PRISMA. (1995). *El Salvador: dinámica de la degradación ambiental*. San Salvador, El Salvador: Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA). En: <http://www.prisma.org.sv/uploads/media/dinamica.pdf>.
- PRISMA. (2005). *Migraciones, estrategias de vida rurales y el manejo de los recursos naturales: La necesidad de la integración territorial y social*. San Salvador, El Salvador.
- PRISMA. (2012a). *El Salvador: Políticas públicas sobre cambio climático y desarrollo. Informe Final*. San Salvador, El Salvador: OAK Foundation - AVINA- Plataforma Climática Latinoamericana - Fundación Futuro Latinoamericano.
- PRISMA. (2012b). *Proyecto Estrategia Nacional de Cambio en El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Proyecto TALA-003 CDKN.
- PRISMA. (2012c). *Gobernanza ambiental-territorial y desarrollo en El Salvador: El caso del Bajo Lempa*. Documento borrador para discusión presentado en el marco del proyecto “Environmental Governance en Latin America” (Brasilia, 13-16 de Junio de 2012).
- Zeng, Z., Y.Wang y C.Wu.(2007). *Environmental dynamical control of tropical cyclone intensity: An observational study*. Monthly Weather Review, vol. 135, N° 1.

ANEXOS

Anexo I

Resumen Ejecutivo de Vulnerabilidad al Cambio Climático en El Salvador.

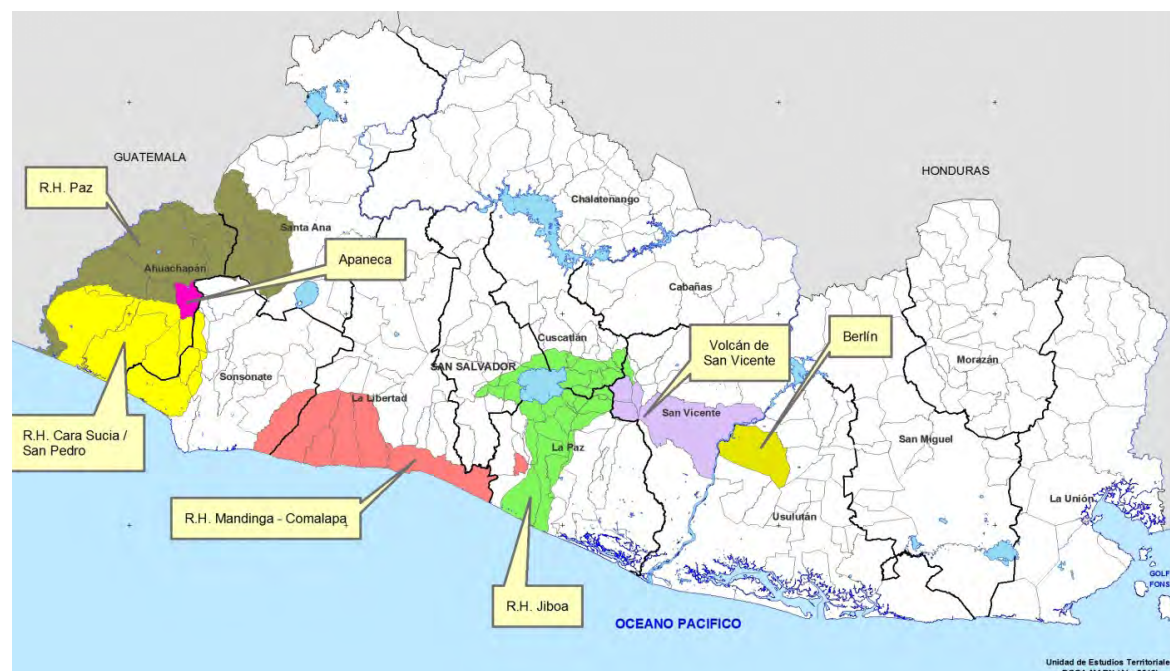
El último reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007) indica que, según los modelos regionales del sistema climático, es altamente probable que el número de eventos extremos tales como huracanes y tormentas tropicales se intensifique y aumente su frecuencia en el Caribe y en Centroamérica. En este contexto los impactos anticipados del cambio climático amenazan con socavar las bases del desarrollo en esta región altamente expuesta y vulnerable debido a su condición socio-económica, siendo por esa razón la adaptación una prioridad clave para la región (BID, 2010). La magnitud de los cambios y la limitada capacidad de respuesta convierten a Mesoamérica en el área más vulnerable ante el cambio climático en la región tropical. Ante esta amenaza, se requiere información de alta calidad que permita comprender el alcance de los posibles efectos del cambio climático y diseñar estrategias para enfrentarlos (Cifuentes, 2010).

La adaptación al cambio climático es un proceso mediante el cual se desarrollan e implementan estrategias para aliviar, tolerar y aprovechar las consecuencias de los eventos climáticos (IPCC, 2002, citado por (Retana, Araya, Sanabria, Alvarado, Solano, Barrientos, Solera, Alfaro y Araya, 2011)). Se han identificado etapas para la adaptación de los países a las condiciones climáticas cambiantes. La primera de estas etapas está relacionada con el inventario y planificación. Se desarrollan en esta fase los estudios sobre posibles impactos del cambio climático, la identificación de países o regiones particularmente vulnerables y las opciones de políticas para orientar medidas de adaptación y de fortalecimiento de capacidades apropiadas (Jiménez y Girot, 2002).

A esta fase corresponden los estudios de vulnerabilidad que son analizados en la presente sistematización. El concepto de vulnerabilidad implica que, ante amenazas similares, poblaciones o sectores diferentes tienen impactos distintos, así como diferente grado de resiliencia para recuperarse después de ese impacto. La vulnerabilidad está muy ligada al desarrollo humano debido a que poblaciones con mejores ingresos, educación y salud tienen mayor capacidad de adaptación. Por ello, la evaluación de la vulnerabilidad es un aspecto que cobra significancia creciente en los estudios sobre impactos y adaptación al cambio climático.

La presente sistematización busca identificar, localizar y analizar la vulnerabilidad en sus componentes físico, ambiental y socio-económico de las distintas regiones y sectores abarcados en los estudios considerados (ver Mapa 1A). La información obtenida permite comprender de manera global la situación de vulnerabilidad del país, resaltando aquellas condiciones que crean desventaja en las sociedades y son obstáculo, tanto para la consecución de su desarrollo como para incrementar la resiliencia y de esa manera tener mejores herramientas para la adaptación al cambio climático. El conocimiento de esos factores brinda la oportunidad de plantear estrategias para potenciar las condiciones deseadas y reducir entonces la vulnerabilidad.

Mapa 1A. Estudios de Vulnerabilidad: Regiones hidrográficas



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

En la sistematización se incluyen 28 documentos, los cuales son analizados según su enfoque conceptual, las metodologías y la escala espacial utilizadas. Los documentos en los cuales se basa el análisis de vulnerabilidad son los siguientes:

BID. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica.

Garrido, S. (2010). Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y seguridad alimentaria en El Salvador.

Handal, J.R., Handal, J.L.R. (2009). Impactos del cambio climático en la zona de desembocadura del río Jiboa, El Salvador.

MARN-CATIE. (2011a). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa y Región Volcán de San Vicente.

MARN-CATIE. (2011b). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Mercedes La Ceiba.

MARN-CATIE. (2011c). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Antonio Masahuat.

- MARN-CATIE. (2011d). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Francisco Chinameca.
- MARN-CATIE. (2011e). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Miguel Tepezontes.
- MARN-CATIE. (2011f). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Pedro Nonualco.
- MARN-CATIE. (2011g). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Pedro Perulapan.
- MARN-CATIE. (2011h). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Rafael Cedros.
- MARN-CATIE. (2011i). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santa Cruz Analquito.
- MARN-CATIE. (2011j). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santa Cruz Michapa.
- MARN-CATIE. (2011k). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santa María Ostuma.
- MARN-CATIE. (2011l). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santiago Texacuangos.
- MARN-CATIE. (2011m). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Martín.
- MARN-CATIE. (2011n). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Paraíso de Osorio.
- MARN-CATIE. (2011ñ). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Juan Tepezontes.
- MARN-CATIE. (2011o). Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Pedro Masahuat.
- MARN-UCA. (2011a). Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica Apaneca – Berlín. Municipio Berlín.
- MARN-UCA. (2011b). Análisis de vulnerabilidad. Regiones hidrográficas San Pedro – Cara Sucia – Río Paz.
- MARN-UCA. (2011c). Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica San Pedro – Cara Sucia – Belén. Municipio Santo Domingo de Guzmán.
- MARN-UCA. (2011d). Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica San Pedro – Cara Sucia – Belén. Municipio Santa Catarina Masahuat.
- MARN-UCA. (2011e). Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica San Pedro – Cara Sucia – Belén. Municipio San Antonio del Monte.
- Hidalgo, V. (2006). Evaluación de Amenazas Naturales y Propuestas Municipales de Reducción de Riesgos en el Municipio de Comalapa, El Salvador.

Artiga, R. (2006). Evaluación de Amenazas Naturales y Propuestas Municipales de Reducción de Riesgos en el Municipio de Las Vueltas, Departamento de Chalatenango.

MARN-SNET. (2005). Conceptualización y evaluación integrada de la vulnerabilidad climática de las estrategias de vida rurales en el Bajo Lempa.

A lo conceptual, los documentos consideran el análisis de vulnerabilidad dentro del esquema de gestión del riesgo. Éste tiene dos componentes: amenaza y vulnerabilidad, las amenazas son externas y asociadas a los fenómenos naturales, mientras que la vulnerabilidad es interna y es sobre este segundo componente que hay posibilidad de actuar para reducir el riesgo ante los efectos del cambio climático en el país. En los estudios, la vulnerabilidad es abordada desde cuatro ejes: ambiental, social, económico y físico o de infraestructura. El análisis de vulnerabilidad (con el objetivo de plantear acciones para su reducción) es una de las herramientas para generar estrategias de adaptación, pues permite no solamente identificar las razones por las que un sitio es más o menos vulnerable ante potenciales impactos por los fenómenos naturales, sino que permite también priorizar áreas donde la generación de estrategias y políticas es vital para incrementar la resiliencia, disminuir la exposición ante las amenazas y de esta forma potenciar la adaptación al cambio climático. Las metodologías utilizadas por los diversos estudios se centran en el análisis de la vulnerabilidad como componente de la gestión de riesgo. A pesar de poseer un enfoque común, hay diversas formas de visualizar los elementos que definen la vulnerabilidad.

En general, los estudios presentan las zonas prioritarias donde el riesgo es mayor por la acción combinada de fuertes amenazas, alta exposición y débil capacidad de la población para hacerles frente. Se exponen las causas que hacen de ciertos sitios, espacios más vulnerables que otros y, en algunos casos, se presentan estrategias para favorecer la adaptación ante el cambio climático. A continuación se esbozan los principales resultados de las distintas investigaciones contempladas:

Vulnerabilidad de El Salvador ante el Cambio Climático: Estudios de Caso

Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica

Según la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de El Salvador (MARN, 2000), se observó un aumento de temperatura, relativa reducción de lluvia asociada a la canícula (o veranillos) y un aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos. Asimismo, se proyectaron pérdidas en la producción de granos básicos por la prevalencia y aumento de sequías, pérdida de manglares y de áreas de cultivo, reducción de la disponibilidad de agua dulce debido a la elevación del nivel del mar y pérdidas en cultivos y ganadería por las inundaciones en las cuencas del río Paz, Jiboa y Grande de San Miguel.

De acuerdo con lo anterior, entre las principales producciones sensibles al cambio climático se encuentran el café, azúcar, maíz y ganado, que dependen directamente de las alteraciones climáticas. Lo anterior, aunado al proceso de deforestación (la tasa de pérdida de bosques es 1,7% anual), las pérdidas en agricultura en las zonas costeras y en las cuencas altas y la contaminación de los sistemas costeros y marinos, hace que el país sea altamente sensible al cambio climático (BID, 2010).

Impactos del Cambio Climático sobre la biodiversidad y seguridad alimentaria

Garrido (2010) considera que, para lograr cumplir con la seguridad alimentaria del país, es necesario, primero lograr una soberanía alimentaria, definida por Vía Campesina como “El derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de los alimentos que garanticen una alimentación sana, con base en la pequeña y mediana producción, respetando sus propias culturas y la diversidad de los modos campesinos, pesqueros e indígenas de producción agropecuaria, comercialización y gestión de recursos” (Vía Campesina, 2009, citado por Garrido, 2010).

Se propone redescubrir las tecnologías tradicionales ahorradoras de energía, amigables con el medio ambiente. Se considera el modelo de minifundio como el más adecuado, por encontrarse que las grandes agroindustrias potencian el cambio climático. Se propone el consumo de alimentos locales y de temporada, que sean procesados y consumidos en la misma región en la que se cultivan, pues se promovería así un método ahorrativo de energía, que respete el medio ambiente, y que llevado a cabo de una forma sustentable y agroecológica podría solucionar muchos problemas de seguridad alimentaria. Para ello, el estudio propone la creación de asociaciones de agricultores, asociaciones para acceso a mercados, que le faciliten al agricultor el acceso a nuevos mercados y le aporten conocimientos de vías de comercialización más justas, además de asociaciones de empresa, con una serie de agricultores fortalecidos y que posean conocimientos de producción y administración de la agricultura. Otra medida propuesta es la prohibición de patentes genéticas, debido a todos los efectos perjudiciales de los organismos genéticamente modificados, tanto para la salud, como para el medio ambiente y la seguridad alimentaria. El estudio considera necesario aumentar la diversidad de los cultivos, así como las prácticas agrícolas amigables, promoviendo la implantación de la permacultura (diseño consciente y mantenimiento de ecosistemas agrícolas productivos, los cuales tienen la diversidad, estabilidad y resistencia de los ecosistemas naturales).

Impactos del Cambio Climático en la zona de la desembocadura del Río Jiboa

En la zona de desembocadura del río Jiboa, los procesos geomorfológicos de la zona costera tenderán a ser afectados desde la parte continental, no sólo como consecuencia de los incrementos en las cantidades de precipitación debido a eventos extremos, sino también como resultado de la actividad volcánica y de los movimientos tectónicos (Handal y Handal, 2009). La movilidad de la desembocadura directa del río al mar se ha desplazado ya más de 300 metros al Noroeste en los últimos siete años, lo que indica un levantamiento o deformación de la zona, sea por los movimientos de subducción o por la deformación del volcán Chichontepec. Se esperan modificaciones importantes en los patrones de drenaje de las partes altas y bajas de la cuenca del río Jiboa, pero con un marcado impacto en las zonas de desembocadura, como ya se advierte desde el año 2002. Los incrementos de la precipitación debido a eventos extremos, provocan una serie de impactos físicos que deterioran cada vez más las condiciones de vulnerabilidad de grandes sectores de la población, particularmente la población más pobre. Entre los impactos físicos se puede mencionar el incremento de la escorrentía superficial y del caudal de los ríos y quebradas, la disminución del proceso de infiltración, la generación de procesos reductores y los desbordamientos violentos e inundaciones con marcado incremento del área afectada y de la profundidad de las mismas.

Dentro de los efectos que provocan tales impactos, se encuentra el impacto directo a las poblaciones, el impacto a la salud corporal y mental de los afectados durante y después de los eventos, la destrucción de la infraestructura social y económica, la interrupción y dificultad de acceso a los servicios básicos, la destrucción de inversiones en las actividades productivas, la disminución de las actividades productivas e incremento en el costo de las mismas y la contaminación de las zonas afectadas por personas, animales y todo tipo de materiales arrastrados. Por la movilidad que ha presentado el cauce del río durante los últimos sesenta años, la zona crítica de desastres en la zona del estudio es la definida por las terrazas fluviales más alejadas del cauce actual desde el puente de la antigua carretera que comunica con Zacatecoluca hacia la línea de costa.

Estudios de vulnerabilidad de la Región Hidrográfica Río Jiboa y La zona del Volcán de San Vicente

De acuerdo con los estudios analizados (MARN-CATIE 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2011f, 2011g, 2011h, 2011i, 2011j, 2011k, 2011l, 2011m, 2011n, 2011ñ, 2011o), las zonas de deslizamientos en la región hidrográfica del río Jiboa y la zona del Volcán de San Vicente, estos se sitúan principalmente cerca del volcán de San Vicente, en los alrededores del lago de Ilopango y en los primeros municipios que recorre el río Jiboa desde su origen. El factor de exposición de las viviendas frente a los deslizamientos representa una de las condiciones de vulnerabilidad en los territorios analizados, siendo alta la vulnerabilidad de la zona. Por otra parte la vulnerabilidad de las viviendas a las

inundaciones se focaliza en la cuenca baja del río Jiboa, donde se ubican 19 puntos críticos de inundación (todos ellos ubicados dentro del municipio San Pedro Masahuat), siempre relacionados con el factor de exposición de estas frente al origen de la inundación (desbordamiento del río Jiboa). Si bien el grado de vulnerabilidad social promedio en la región es medio, los municipios que se sitúan en la zona alta de la cuenca del río Jiboa, específicamente los que bordean el costado Sur y Este del lago de Ilopango, son lo que presentan mayores valores de vulnerabilidad social. Dichos municipios, aunque no tienen alta densidad demográfica, poseen una población que se dedica, en más del 50% a actividades agrícolas. De acuerdo con el estudio, esta situación provoca una reducción de las áreas de infiltración y de recarga acuífera, debido a que las zonas que eran utilizadas para la producción del café están cambiando su uso a la producción de cultivos anuales de subsistencia (maíz y frijol), los cuales en su mayoría se desarrollan sin obras y prácticas de conservación de suelo y de manera intensiva. Además, está íntimamente ligada a los niveles de pobreza de la población y por ende a su alto grado de vulnerabilidad social.

La vulnerabilidad ambiental en la región es alta, producto del desequilibrio entre el conflicto alto de uso del suelo agrícola y la poca cobertura arbórea. En términos generales puede decirse que son los procesos de urbanización y el avance de la frontera agrícola, los determinantes del alto grado de vulnerabilidad ambiental. Los municipios que presentan vulnerabilidad ambiental se ubican en un territorio continuo que comunica la cadena montañosa desde el volcán de San Vicente hasta el río Jiboa, siendo el cultivo de café bajo sombra el que sirve como corredor y como un gran amortiguador de la presión sobre los recursos naturales.

Estudios de vulnerabilidad de las Regiones Hidrográficas Cara Sucia – San Pedro y Río Paz

Las regiones hidrográficas de los ríos Cara Sucia-San Pedro y río Paz abarcan una extensión de 1,670 km² en donde se ubican 24 municipios de la zona occidental del país (MARN-UCA 2011b, 2011c, 2011d, 2011e). Los estudios destacan que el río Paz es altamente proclive a desbordarse y a producir inundaciones en la zona costera, lo que pone en peligro el flujo comercial y migratorio entre El Salvador y Guatemala. Se recomienda ejecutar el Plan de manejo para la cuenca hidrográfica río Paz, lo que permitiría una gestión sostenible y una gestión compartida de la cuenca. Considerar en el diseño de los puentes fronterizos períodos de retorno mayores, garantizando que eventos hidrometeorológicos severos no lleguen a producir su colapso o inhabilitación.

De acuerdo con los estudios, existen propuestas de planes de ordenamiento territorial de las regiones, en su mayoría muy bien elaborados y ajustados a los riesgos presentes. Sin embargo, no existen los instrumentos legales en las municipalidades para que los puedan aplicar. Esto incide en el incremento de la vulnerabilidad (física, social y ambiental) del área.

Con respecto a la vulnerabilidad física, la mayoría de viviendas de las regiones poseen materiales constructivos resistentes, a pesar de ello el principal desafío es la exposición de los mismos. Los principales factores que afectan la vulnerabilidad social son la falta de acceso a manejo de aguas negras, condiciones de hacinamiento, grado de urbanización, densidad poblacional; adicionalmente los pocos avances que algunas municipalidades poseen en la temática de organización y respuesta.

Estudios de vulnerabilidad del Municipio Berlín

La principal amenaza física que pone en riesgo a la población del municipio de Berlín (MARN-UCA 2011a) son los deslizamientos, situación que puede afectar la infraestructura del municipio independientemente del tipo de material empleado para su construcción. El riesgo en el que vive la población se incrementa por la alta exposición de la infraestructura necesaria para afrontar una emergencia ya que el 61.4% está expuesta a deslizamientos, incluyendo el 60% de las escuelas (18 de 32), el 70% de las iglesias (7 de 10) y la unidad de salud.

El grado de vulnerabilidad social general del municipio es bajo, lo que lo ubica en posición favorable ya que tiene capacidad para afrontar situaciones de emergencias. Sin embargo, se presentan condi-

ciones de vulnerabilidad alta en los temas de educación (en los indicadores de escolaridad promedio en años aprobados, tasa de analfabetismo y porcentaje de población que nunca asistió a educación formal), al igual que en el porcentaje de viviendas con acceso a manejo de aguas negras y el porcentaje de hogares en condiciones de hacinamiento.

Más del 50% del territorio presenta conflicto alto de uso de suelo agrícola, debido parcialmente a que las pendientes que presenta el municipio son pronunciadas y no aptas para cultivos de granos básicos, aunque representa uno de los usos principales en la zona. El fatigamiento del suelo reduce la infiltración, generando escorrentía superficial y dando pie a la formación de lahares. Sólo el 37.5% del territorio presenta cobertura vegetal, dejando grandes extensiones sin protección ante la erosión provocada por las lluvias que aunado al conflicto alto de uso de la tierra, dejan un terreno apto para deslizamientos.

En general, las comunidades ubicadas en puntos críticos, de acuerdo a la vulnerabilidad existente pueden sufrir dos tipos de afectaciones: Lahares (que pueden ser desencadenados por la lluvia y los sismos) provenientes de los cerros (sobre todo del cerro EL Pelón y Las Palmas) e inundaciones de carácter urbano generadas por el sistema de alcantarillado el cual ya no está de acuerdo con las demandas de la localidad, así como la acumulación de desechos sólidos en quebradas que son arrastrados y obstaculizan el flujo de las mismas.

Evaluación de amenazas naturales y propuestas municipales de reducción de riesgos del municipio de Comalapa

En el Municipio de Comalapa se evidencia la relación entre la pobreza rural y el deterioro de los recursos naturales (Hidalgo, 2006). La población rural con índices elevados de pobreza tiende a extraer bienes y servicios como alimentos, madera, leña, nutrientes y biomasa, que al no ser repuestos o no posibilitar que se repongan, crea un acelerado agotamiento de los recursos. Este desequilibrio genera condiciones desestabilizadoras en el medio ambiente potenciando factores de inestabilidad de terrenos, inundaciones o torrentes de quebradas y ríos que tienen la posibilidad de causar daño a población que habita en los sitios con características de deterioro señaladas.

El estudio concluye que el riesgo sísmico en el municipio es de bajo a muy bajo, por su localización en zona de relativa estabilidad de procesos geo-dinámicos internos; sin embargo, en zonas identificadas como inestables, ante la presencia de elementos desencadenantes como precipitaciones prolongadas y sismos de magnitud 4 en escala de Richter y de intensidad VI, VII, existe la probabilidad de provocar movimientos de masas de rocas y suelos. El nivel de erosión y erodabilidad de sus suelos es de severo a muy severo. Existe una acelerada destrucción de la vegetación y más del 39% de su territorio está completamente desprovisto de árboles. Los principales riesgos son la inestabilidad de taludes de laderas que provoca caídas de rocas y suelo, degradación de suelos que provocan deslizamientos superficiales entre ellos coladas y flujo de detritos. Por las condiciones morfológicas, no hay zonas con riesgo de inundación, excepto en lugares que debido a condiciones naturales extremas de lluvia intensa prolongadas pueden afectar familias que habitan a orillas de curso de torrentes superficiales. La vulnerabilidad principal del municipio es la económica, ubicándose entre los 100 municipios en extrema pobreza. Falta la implementación de una estrategia básica de desarrollo agrícola y agroindustrial, que asegure que las actividades productivas disminuyan la presión de degradación de los recursos naturales.

Evaluación de amenazas naturales y propuestas municipales de reducción de riesgos del municipio de Las Vueltas

El Municipio de Las Vueltas presenta condiciones favorables e intrínsecas para que se den amenazas por inestabilidad de laderas (Artiga, 2006), entre las que se pueden mencionar: la pendiente, la morfología, la geología, litología, permeabilidad de las rocas, el suelo, la potencia del suelo, uso actual del suelo y el drenaje, entre otros. Las principales amenazas naturales para el Municipio de Las Vueltas son las relacionadas con fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, entre las que se encuentran

las inestabilidades de laderas: deslizamientos y los flujos de lodo y detritos.

El nivel de erosión es de elevada a muy elevada y la erodabilidad de sus suelos de muy alta a severa. Existe una acelerada destrucción de la vegetación y más del 26% de su territorio está completamente desprovisto de árboles. Los principales riesgos son la inestabilidad de taludes de laderas que provoca caídas de rocas y suelo, degradación de suelos que provocan deslizamientos superficiales entre ellos coladas y flujo de detritos.

El Municipio de Las Vueltas a través de toda su historia ha tenido como base económica la producción agropecuaria, principalmente el cultivo de granos básicos, lo que se expresa claramente en los asentamientos humanos, esta producción agropecuaria sin medida, ni manejo adecuado del recurso suelo, ha ocasionado serios problemas de erosión y el deterioro de los recursos naturales generando un círculo vicioso de pobreza. Tal situación plantea la necesidad de desarrollar políticas y programas coherentes ligadas al tema productivo e incorporando los conceptos del manejo de cuencas hidrográficas a fin de abordar de mejor manera cada uno de los problemas socioeconómicos que agobian a la población del municipio. Es pues necesario pensar en medidas integrales para mejorar los niveles de vida de las comunidades campesinas y reducir su vulnerabilidad ante los fenómenos naturales. En este sentido se debe pensar en políticas sectoriales coherentes.

Evaluación integrada de la vulnerabilidad actual de las estrategias de vida rurales en el Bajo Lempa

A partir de las percepciones locales y del análisis del entorno socio-natural de las estrategias de vida, se identificaron las amenazas y oportunidades que más inciden sobre éstas en las estrategias rurales en el Bajo Lempa (MARN-SNET, 2005). Las principales amenazas sociales giran en torno a los impactos locales de las políticas económicas y sociales en general, y de las políticas crediticias, comerciales y de compensación social en particular, las cuales, impactan directamente el nivel y calidad de vida de la población, su competitividad productiva y comercial, la viabilidad de sus estrategias de vida y la posibilidad de generar opciones locales de desarrollo. Las oportunidades sociales están vinculadas con la composición, estructura y funcionamiento de algunas de las estrategias de vida configuradas actualmente, como es la producción integrada, impulsada por algunas organizaciones sociales locales presentes en la región estudiada.

Con respecto al análisis de vulnerabilidad, existe una relación inversa entre la vulnerabilidad y las variables elasticidad y capacidad de adaptación, de tal forma que ante diversas condiciones de exposición, mientras mayores sean la elasticidad y la capacidad de adaptación, menor será la vulnerabilidad a las respectivas condiciones de exposición. El estudio identifica el grado de vulnerabilidad relativo entre las estrategias de vida considerando su ubicación dentro de las seis zonas geográficas de la región estudiada, identificando al mismo tiempo el comportamiento de las variables elasticidad y capacidad de adaptación.

El análisis cualitativo de la vulnerabilidad utiliza un enfoque basado en la naturaleza dinámica y compleja de los sistemas socio-ambientales. La dinámica natural y social favorece el aumento de la elasticidad y el mejoramiento de la capacidad de adaptación, a través de ciclos sucesivos de reorganización o adaptación. La naturaleza compleja permite el reforzamiento y protección mutua entre sistemas, los cuales se encuentran anidados e interrelacionados dentro de una jerarquía de sistemas, generando un acoplamiento estructural que les aumenta su elasticidad y capacidad de adaptación.

Conclusiones y recomendaciones

En los estudios regionales y municipales analizados, las principales amenazas son los deslizamientos y las inundaciones. El manejo de aguas negras, la escolaridad promedio en años aprobados, la proporción de hogares en condición de hacinamiento y el grado de urbanización son factores que elevan la vulnerabilidad social de las poblaciones estudiadas. La vulnerabilidad ambiental es elevada, debido al desequilibrio entre el uso del suelo agrícola y la falta de cobertura arbórea. Los procesos de urbani-

zación y el avance de la frontera agrícola potencian esta vulnerabilidad. Los ecosistemas de cafetales y el adecuado manejo de las áreas protegidas contribuyen a la prevención de desastres de grandes magnitudes relacionados con deslizamientos.

La adaptación está estrechamente relacionada con el desarrollo, pues es una estrategia que permite aumentar la capacidad de respuesta ante eventuales impactos del cambio climático. Las inversiones para mejorar las condiciones de infraestructura, socioeconómicas y ambientales de las poblaciones contribuyen a disminuir la vulnerabilidad. El desarrollo de estrategias para reducir la vulnerabilidad contribuye a reducir eventuales gastos por exposición a efectos ligados con el cambio climático.

Los estudios analizados presentan un panorama de la vulnerabilidad actual ante las amenazas y son una herramienta para la planificación hacia la adaptación. Es importante, sin embargo, complementar la información existente con otro tipo de documentos, como estudios que analicen las relaciones entre los impactos del cambio climático y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, estimaciones de costos, investigaciones sobre vulnerabilidad futura y análisis de la percepción de los pobladores. Lo anterior con el objetivo de enriquecer la información con la que se cuenta y poseer así un panorama más integral que guíe las acciones de adaptación al cambio climático.

Los distintos sectores deben apropiarse del proceso de adaptación. Se deben vincular las estrategias de adaptación en proyectos de desarrollo local y nacional. Se debe incluir la participación del sector público y privado en el desarrollo de acciones y estrategias para enfrentar los impactos del cambio climático. Además, es necesario considerar acciones correctivas para disminuir la vulnerabilidad ambiental, como la aplicación de planes de ordenamiento territorial y prácticas de producción agrícola que sean amigables con el ambiente, así como fortalecer los instrumentos legales para que los municipios puedan aplicar las propuestas de planes de ordenamiento territorial existentes.

Es importante realizar estudios que permitan un conocimiento preciso de la situación actual de las cuencas. Para ello, es necesario realizar monitoreo de las variables climáticas, del agua y del suelo, tener acceso a imágenes satelitales y fotografías aéreas, realizar estudios hidrológicos para cada sector de la cuenca, así como estudios marino-costeros e identificar puntos críticos de riesgo. Se deben mejorar los sistemas de información meteorológica, hídrica y geológica, necesarios para el análisis de vulnerabilidad. Además, es importante implementar sistemas de indicadores periódicos que favorezcan un análisis continuo de las condiciones de vulnerabilidad y orienten la toma de decisiones..

Bibliografía

- Artiga, R. (2006). *Evaluación de Amenazas Naturales y Propuestas Municipales de Reducción de Riesgos en el Municipio de Las Vueltas, Departamento de Chalatenango*. Universidad de El Salvador - Comunidad La Montañona – Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación CO-SUDE. San Salvador, El Salvador. 77 p.
- BID. (2010). *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica*. Banco Interamericano de Desarrollo. Unidad de Energía Sostenible y Cambio Climático, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. Nota técnica #IDB-TN-144. Washington D.C. Estados Unidos. 84 p.
- Cifuentes, M. (2010). *ABC del cambio climático en Mesoamérica*. Serie técnica. Informe técnico No 383. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- Dow, K., O’Conorb, R., Yarnalc, B., Carbonea, G., Locoy, C. (2007). *Why worry? Community water system managers’ perceptions of climate vulnerability*. *Global Environmental Change*: 17: 228–237
- Farley, K., Tague, C., Grant, G. (2011). *Vulnerability of water supply from the Oregon Cascades to changing climate: Linking science to users and policy*. *Global Environmental Change*: 21: 110–122

- Garrido, S. (2010). *Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y seguridad alimentaria en el salvador*. Unidad Ecológica Salvadoreña-UNES. San Salvador, El Salvador. 42p.
- Gómez, R., Herron, C., López, M. editores. (2010). *Retos y oportunidades en adaptación al cambio climático en materia de agua: elementos para una agenda regional*. Diálogo Regional de Política de América Latina y el Caribe. Cancún, México. 31 p.
- Handal, J.R., Handal, J.L.R. (2009). *Impactos del cambio climático en la zona de desembocadura del río Jiboa, El Salvador*. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas. San Salvador, El Salvador. 32 p.
- Hidalgo, V. (2006). *Evaluación de Amenazas Naturales y Propuestas Municipales de Reducción de Riesgos en el Municipio de Comalapa, El Salvador*. Informe Final. Universidad de El Salvador - Comunidad La Montañona – Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE. San Salvador, El Salvador. 84 p.
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)). Cambridge University Press, New York, USA. 996p.
- Jiménez, A., Girot, P. (2002). *Marco regional de adaptación al cambio climático para los recursos hídricos en Centroamérica*. SICA – CRRH – UICN ORMA – QWP CATAC. San José, Costa Rica. 61 p.
- MARN-CATIE. (2011a). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa y Región Volcán de San Vicente*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 87 p.
- MARN-CATIE. (2011b). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Mercedes La Ceiba*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 92 p.
- MARN-CATIE. (2011c). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Antonio Masahuat*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 56 p.
- MARN-CATIE. (2011d). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Francisco Chinameca*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 96 p.
- MARN-CATIE. (2011e). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Miguel Tepezontes*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 105 p.
- MARN-CATIE. (2011f). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Pedro Nonualco*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 91 p.

- MARN-CATIE. (2011g). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Pedro Perulapán*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 78 p.
- MARN-CATIE. (2011h). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Rafael Cedros*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 72 p.
- MARN-CATIE. (2011i). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santa Cruz Analquito*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 75 p.
- MARN-CATIE. (2011j). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santa Cruz Michapa*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 102 p.
- MARN-CATIE. (2011k). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santa María Ostuma*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 86 p.
- MARN-CATIE. (2011l). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Santiago Texacuangos*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 100 p.
- MARN-CATIE. (2011m). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Martín*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 76 p.
- MARN-CATIE. (2011n). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio Paraíso de Osorio*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 86 p.
- MARN-CATIE. (2011ñ). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Juan Tepezontes*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 92 p.
- MARN-CATIE. (2011o). *Análisis de vulnerabilidad en las zonas prioritarias de riesgo. Región Hidrográfica Jiboa. Municipio San Pedro Masahuat*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Salvador, El Salvador. 151 p.
- MARN-SNET. (2005). *Conceptualización y evaluación integrada de la vulnerabilidad climática de las estrategias de vida rurales en el Bajo Lempa*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador - Servicios Meteorológico e Hidrológico del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). San Salvador, El Salvador. 183 p.

- MARN-UCA. (2011a). *Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica Apaneca – Berlín. Municipio Berlín*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Dirección General del Observatorio Ambiental. San Salvador, El Salvador. 87 p.
- MARN-UCA. (2011b). *Análisis de vulnerabilidad. Regiones hidrográficas San Pedro – Cara Sucia – Río Paz*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Dirección General del Observatorio Ambiental. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, El Salvador. 134 p.
- MARN-UCA. (2011c). *Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica San Pedro – Cara Sucia – Belén. Municipio Santo Domingo de Guzmán*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Dirección General del Observatorio Ambiental. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, El Salvador. 58 p.
- MARN-UCA. (2011d). *Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica San Pedro – Cara Sucia – Belén. Municipio Santa Catarina Masahuat*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Dirección General del Observatorio Ambiental. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, El Salvador. 58 p.
- MARN-UCA. (2011e). *Análisis de vulnerabilidad. Región hidrográfica San Pedro – Cara Sucia – Belén. Municipio San Antonio del Monte*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador. Dirección General del Observatorio Ambiental. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, El Salvador. 63 p.
- Retana, J., C.Araya., N. Sanabria., L. Alvarado., J. Solano., O. Barrientos., M. Solera., M. Alfaro., D. Araya. (2011). *Análisis del riesgo actual del sector hídrico de Costa Rica ante el cambio climático*. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. Instituto Meteorológico Nacional. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. San José, Costa Rica 99 p.

Anexo 2

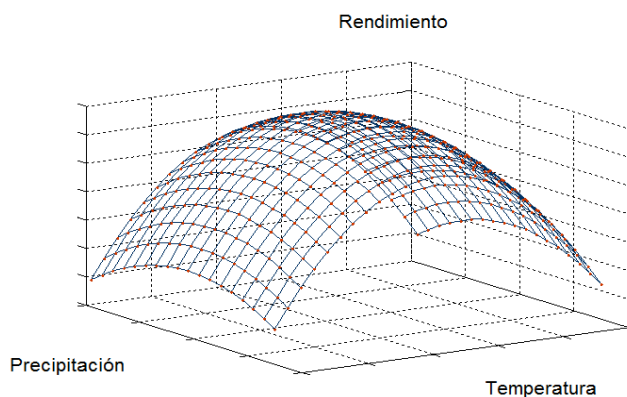
Metodología para estimar el impacto del cambio climático en el sector agropecuario bajo la Iniciativa “La Economía del Cambio Climático en Centroamérica”

Una forma de estimar el efecto del cambio climático en el sector agropecuario y, particularmente en los granos básicos es a partir de una función de producción, donde se establece una relación entre las variables climáticas y los rendimientos en un período histórico y para un territorio específico. Una vez establecida esta relación, el modelo es utilizado para pronosticar la productividad en el futuro dados distintos escenarios climáticos.

A través de este modelo se establece una dependencia entre los rendimientos de productos agrícolas y diversas variables incluyendo temperatura y precipitación. Así, la función de producción se estima directamente con datos de rendimientos, insumos, precios, características geográficas y variables climáticas. Específicamente, una función de producción agrícola relaciona la producción (Q) con variables endógenas (W) como trabajo, capital y otros insumos; con variables exógenas (Z) que comprenden variables climáticas e irrigación y con las características de los agricultores (X) entre las que se incluyen variables de capital humano (Fleischer, A., I. Lichtman y R. Mendelsohn, 2007). En términos formales la función de producción agrícola se representa: $Q_i = f(W, Z, X)$

Donde Q_i puede representar la producción o el rendimiento por hectárea de un cultivo determinado. La forma funcional es cuadrática en las variables climáticas, temperatura y precipitación, para capturar su efecto no lineal sobre los rendimientos (ver Figura 1A). Luego la ecuación estimada es usada para estimar el impacto en los rendimientos bajo distintos escenarios climáticos.

Figura 1A. Cambios en los rendimientos de acuerdo a cambios en la precipitación y temperatura del modelo.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

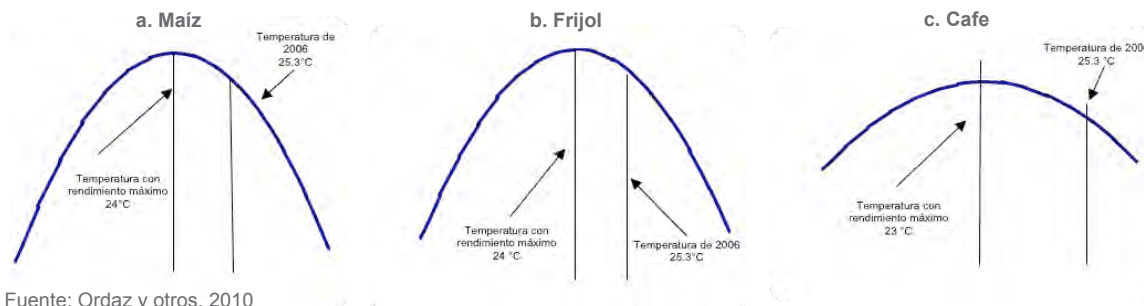
En la Iniciativa de “La economía del cambio climático en Centroamérica”, se realizó un análisis para examinar la trayectoria futura de los rendimientos, medidos en toneladas producidas por hectárea del maíz, frijol y café en El Salvador. Las funciones de producción en este análisis fueron construidas a partir de datos anuales del periodo 1961-2006. Para estimar las relaciones entre los rendimientos de los cultivos se emplearon como variables climáticas la temperatura promedio anual, la precipitación promedio anual, la precipitación de noviembre a abril.¹⁷

Una de las características de las formas funcionales cuadráticas son los rendimientos decrecientes, en el caso de las funciones de producción desde bajos niveles de temperatura o precipitación se estimula la producción hasta llegar a su nivel óptimo, a partir del cual los rendimientos decrecen.

¹⁷ Para establecer la relación entre las variables de precipitación y los rendimientos se buscaron variables que tuvieran alta correlación, pero no necesariamente se puede inferir causalidad directa. En el caso de frijol y café la más adecuada fue la precipitación promedio en la época seca (noviembre –abril), para el frijol esta variable puede estar relacionada con el inicio de la época de siembra de primera (abril-mayo) y en el caso del café con los meses en que inicia la floración (marzo-abril).

Por ejemplo, en el caso de los rendimientos de los tres cultivos analizados la temperatura promedio anual de 2006 se encuentra por arriba del nivel que maximiza los rendimientos, por lo que es probable que, en 2006, la temperatura haya tenido efectos negativos sobre los rendimientos, ocasionando que la producción haya sido menor a la óptima para estos tres cultivos (ver Figura 2A).

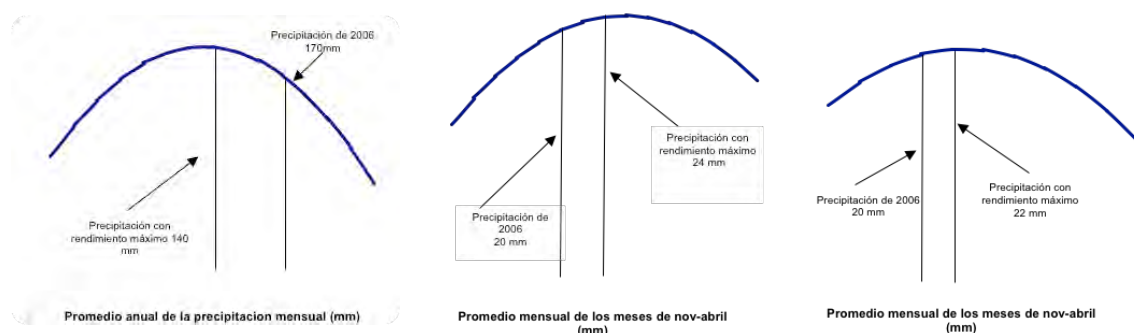
Figura 2A. El Salvador: rendimientos ante variaciones en la temperatura promedio anual (toneladas por hectárea).



Fuente: Ordaz y otros, 2010

En la Figura 3A se presenta el impacto de variaciones en la precipitación sobre los rendimientos de los cultivos analizados. Se observa que la precipitación de noviembre a abril, en El Salvador, de 2006, fue menor a aquella que permite obtener la máxima producción para el caso de frijol y café. Un ligero incremento podría haber tenido efectos positivos sobre los rendimientos. Sin embargo, la precipitación promedio anual fue ligeramente mayor en el caso del maíz.

Figura 3A. El Salvador: rendimientos ante variaciones en la precipitación (toneladas por hectárea).



Fuente: Ordaz y otros, 2010

Para poder estimar los impactos del cambio climático en el sector agropecuario en el modelo se mantuvieron constantes las variables de control y se permitió que las variables climáticas variaran de acuerdo a los escenarios considerados. De igual modo, se supuso la inexistencia de cambios tecnológicos y algún tipo adaptación por parte de los agricultores ante los efectos del cambio climático. Para realizar estas estimaciones se consideraron diferentes escenarios B2 (con base en el promedio de los modelos B2 GFDL R30, HADCM3 y ECHAM4) y A2 (con base en el promedio de los modelos GFDL CM2.0, HADGEM1 y ECHAM5). La derivación de los modelos de funciones de producción exhibe pérdidas económicas ocasionadas por el cambio climático.

Anexo 3

Resumen de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, El Salvador, Año 2000

Unidades de medición usadas en este inventario

NOMBRE	SÍMBOLO	NOMBRE	SÍMBOLO
equivalente en toneladas de petróleo	etp	gigagramo	Gg
calorías	Ca	teragramo	Tg
tera Julio	TJ	petagramo	Pg
tonelada corta	tc	libras	lb
tonelada	t	hectárea	Ha
kilotonelada	kt	Metro(s) cuadrado(s)	m ²
megatonelada	Mt	caloría IT	Cal
gigatonelada	Gt	Julios	J
kilogramo	kg	Atmósfera	At
megagramo	Mg	kilo Pascal(es)	kPa

Equivalentes Estándar

NOMBRE	SÍMBOLO	NOMBRE	SÍMBOLO
1 equivalente en toneladas de petróleo (etp)	1 x 10 ¹⁰ calorías	1 megatonelada	1 teragramo
10 ³ etp	41.868 TJ	1 gigatonelada	1 petagramo
1 tonelada corta	0.9072 tonelada	1 kilogramo	2.2046 libras
1 tonelada	1.1023 tonelada corta	1 hectárea	10 ⁴ m ²
1 tonelada	1 megagramo	1 caloría IT	4.1868 Julios
1 kilotonelada	1 gigagramo	1 atmósfera	101.325 kPa

Presentación del Inventario Nacional de Gases de Efecto de Invernadero

El Salvador presenta su Inventario Nacional de emisiones antropógenas por fuentes y de absorción por sumideros de todos los Gases de Efecto Invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal. Esto da cumplimiento al compromiso enunciado en el Art. 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Atendiendo la Decisión 17/CP.8 “Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención” adoptada por la Conferencia de las Partes (CP), y dado que El Salvador es Parte No Incluida en el Anexo I de la Convención, para la elaboración del inventario se ha considerado:

- Hacer una estimación de las emisiones y absorciones en el Inventario Nacional de Gases de Efecto de Invernadero del año 2000.

- Utilizar, para la estimación y comunicación, las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 (Directrices del IPCC 1996).
- Aplicar, ante la necesidad de mejorar la transparencia, la coherencia, la comparabilidad, la exhaustividad y la exactitud del inventario, la Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC 2000).
- Estimar, en forma desglosada, las emisiones antropógenas de metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) y de Dióxido de Carbono (CO_2) por las fuentes y, para este último gas, la absorción por los sumideros.
- Informar las emisiones de GEI expresadas en CO_2 equivalente (CO_{2e}), utilizando los valores de potencial de calentamiento global (PCG) proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación “los valores de los PCG del IPCC de 1995” basados en los efectos de los GEI en un horizonte de tiempo de 100 años.

Convenciones utilizadas en este documento

En este documento, según la usanza en El Salvador, se ha utilizado coma (,) para separación de miles y punto decimal (.) como indicador de las cifras decimales.

Para facilidad de las y los lectores se ha colocado al inicio del documento una tabla con las unidades de uso común en el país y las correspondientes conversiones al Sistema Internacional.

Con la misma finalidad se resumieron las siglas y los acrónimos utilizados.

Las referencias bibliográficas se han colocado al final del documento.

Potencial de Calentamiento Global

El PCG es un índice que expresa de manera aproximada, el efecto de calentamiento de una unidad de masa de un GEI durante un horizonte de tiempo determinado en relación con el del dióxido de carbono. En este Inventario se ha utilizado el PCG para un horizonte de tiempo de 100 años lo que ha permitido comparar la capacidad de influir en el balance energético del Sistema Atmósfera – Tierra de cada uno de los principales GEI emitidos o absorbidos en El Salvador. Estos valores de PCG se muestran en la Tabla 1A.

Tabla 1A . Valores del Potencial de Calentamiento Global del IPCC de 1995

Especie	Fórmula Química	Tiempo medio de Vida (años)	Potencial de Calentamiento Global (Horizonte de tiempo)		
			20 años	100 años	500 años
CO_2	CO_2	variable §	1	1	1
Metano*	CH_4	12±3	56	21	6.5
Óxido Nitroso	N_2O	120	280	310	170

§ Determinado del modelo de Ciclo de carbono de Bern.

*El PCG para metano incluye los efectos indirectos de la producción de ozono troposférico y la producción de vapor de agua estratosférico.

La utilización de estos valores permite la comparación de los GEI de largo plazo con respecto al CO₂, lo que resulta de suma importancia para el concepto de “Categorías Principales de Fuente” creado por el IPCC como herramienta para ayudar a los países a priorizar los recursos para mejorar las emisiones que llegan a los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, es decir, para indicar las actividades en las que se necesita enfocar la reducción de emisiones.

Emisiones Netas de GEI a Nivel Nacional

En la Tabla 2A se resumen, para el año 2000, las emisiones anuales netas de Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O). El Monóxido de Carbono (CO) y Óxido de Nitrógeno (NO_x) no están definidos estrictamente como GEI sin embargo, dada su contribución al cambio climático se han incluido en esta tabla. En la tabla, las emisiones están agrupadas de acuerdo a los sectores que abarcan las principales actividades humanas que contribuyen a liberar o capturar gases de efecto invernadero.

Tabla 2A. Emisiones Anuales Netas de GEI por Sectores en El Salvador para año 2000. Valores en Gg.

Sector	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC
Energía	5,110.733	12.473	0.247	34.809	380.060	104.248
Procesos Industriales	444.244	NO	NO	NO	NO	NO
Agricultura	NO*	67.137	3.557	2.984	75.440	NO
UTCUTS	4,189.541	3.810	0.026	0.947	33.336	NO
Desechos	NO	55.580	0.294	NO	NO	NO
Emisiones totales por Tipo de Gas	9,744.517	139.001	4.125	38.739	488.835	104.248

* NO: No Ocurre

La Tabla 3A indica la contribución porcentual de cada sector en las emisiones de los GEI de largo plazo, estos datos han sido obtenidos utilizando los PCG correspondientes a 100 años.

Tabla 3A. Distribución Porcentual de Emisiones Netas Anuales de GEI, por Sectores para año 2000

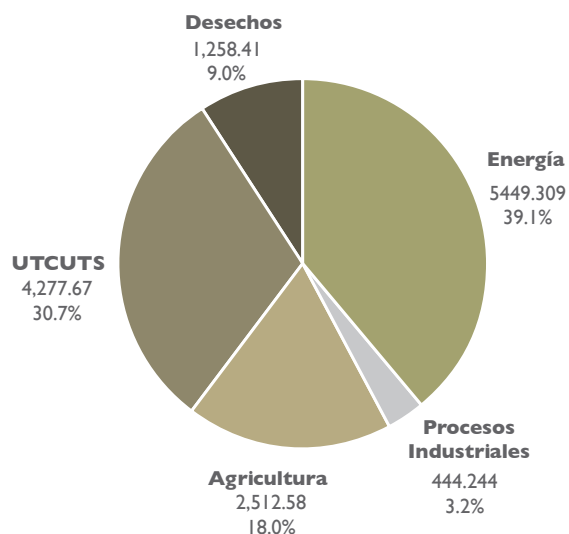
Sector	Emisiones Equivalentes			Total de CO ₂ e por Sector	Contribución Porcentual
	CO ₂	CO ₂ e (CH ₄)	CO ₂ e (N ₂ O)		
Energía	5,110.733	261.938	76.638	5,449.309	39.1%
Procesos Industriales	444.244	-	-	444.244	3.2%
Agricultura	-	1,409.879	1,102.695	2,512.575	18.0%
UTCUTS	4,189.541	80.006	8.120	4,277.666	30.7%
Desechos	-	1,167.188	91.225	1,258.413	9.0%
Emisiones Totales en CO₂e	9,744.517	2,919.011	1,278.678	13,942.207	100%

Para el INGEI 2000, resulta interesante observar como las emisiones de CH₄, 139.001 Gg corresponden a 2,919.011 Gg de CO₂e una vez pasados 100 años. El total de emisiones de El Salvador en CO₂e es de 13,942.207 Gg.

El Gráfico 1A, indica las cantidades -en Gg- de las emisiones de CO₂e por sector y su correspondiente contribución porcentual. La mayor contribución proviene del sector energía con un aporte del 39.1%.

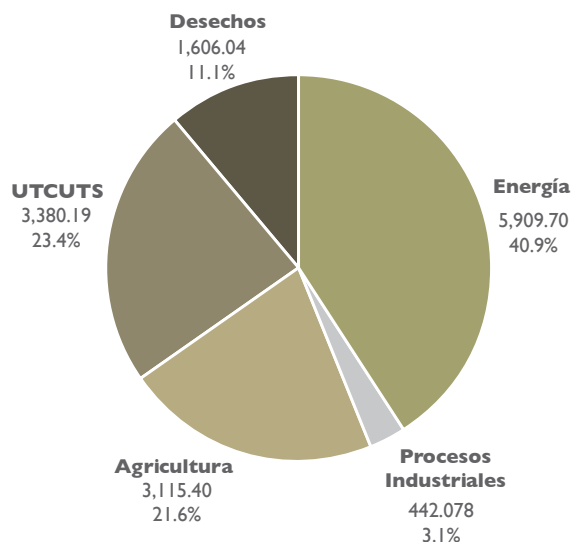
El Gráfico 2A, señala el aporte porcentual por tipo de gas a las emisiones de GEI, el gas que más contribuye es el CO₂ directo seguido por el CO₂e proveniente del metano.

Gráfico 1A. Total de Gg de CO2e por sector, 2000.



Fuente: MARN/UCA (2010a).

Gráfico 2A. Total de Gg de CO2e por SECTOR, 2005.



Fuente: MARN/UCA (2010b).

La metodología del IPCC divide las actividades antropogénicas en sectores; para El Salvador se consideran cinco de ellos:

- **Energía:** incluye el total de emisiones de todos los GEI provenientes de las actividades energéticas fijas y móviles (la combustión y las emisiones fugitivas).
- **Procesos Industriales:** las emisiones en este sector comprenden las emisiones provenientes de la fabricación de ciertos productos y emisiones fugitivas de GEI provenientes de los procesos industriales. Las emisiones por quema de combustibles de este sector se reportan en el sector Energía.
- **Agricultura:** Describe todas las emisiones antropogénicas originadas en este sector, excepto las de quemas de combustible en actividades agrícolas y emisiones de aguas residuales, las cuales son contabilizadas en los módulos de energía y desechos respectivamente.
- **Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS):** aquí se contabilizan las emisiones y remociones que provienen de las actividades en los bosques y de uso de la tierra.
- **Desechos:** se contabiliza el total de emisiones provenientes del manejo de desechos.

Los métodos para estimación de gases se dividen en niveles ("Tiers") que agrupan diferentes grados de actividad y detalles de tecnología. Los métodos Nivel 1 generalmente son simples y requieren menos datos que los métodos Nivel 2 y 3.

Las emisiones de CO2 provenientes de la quema de combustibles de biomasa como: la leña, bagazo de caña de azúcar y cascarilla de café; se reportan en el sector energía pero no se contabilizan como emisiones del sector.

En El Salvador el uso de biomasa es más rápido que la recuperación anual de biomasa, debido a esto las emisiones netas aparecen como pérdida en los stocks de biomasa del sector UTCUTS. Los demás GEI provenientes de la quema de biomasa se consideran y reportan en el sector energía.



2^{a.} Comunicación Nacional sobre Cambio Climático



MARN Ministerio de Medio Ambiente y
Recursos Naturales

Una gestión energética, articulada, inclusiva, responsable y transparente

Gobierno de El Salvador