

SÍNTESIS REGIONAL

FOMENTO DE LAS CAPACIDADES PARA  
LA ETAPA II DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN  
CENTROAMÉRICA, MÉXICO Y CUBA



---

SÍNTESIS REGIONAL

---

FOMENTO DE LAS CAPACIDADES PARA LA ETAPA II DE  
ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN  
CENTROAMÉRICA, MÉXICO Y CUBA

REGIONAL SYNTHESIS  
CAPACITY BUILDING FOR STAGE II ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE  
IN CENTRAL AMERICA, MEXICO AND CUBA



ISBN: 978-9962-8941-0-0

CATHALAC  
Edif. 801, Ciudad del Saber  
Panamá, 0843-03102  
PANAMÁ

Este documento fue elaborado a partir de la información obtenida de los informes nacionales de los países participantes en el proyecto regional. En todo momento, se procuró la rigurosidad tanto técnica como científica, así como la coherencia necesaria para obtener una versión sucinta de puntos comunes encontrados en cada uno de los países y en cada una de las etapas desarrolladas a lo largo del proyecto.

Si desea consultar mayores detalles de lo realizado en cada zona o región de estudio de algún país en particular, por favor, remítase a la Oficina del Enlace Nacional de Implementación correspondiente, o en su defecto, consulte la página [www.cathalac.org/adaptacion](http://www.cathalac.org/adaptacion)

Diseño: Luis A. Melillo - CATHALAC  
Edición Final: Emilio Sempris, Margarita Chiuriza, Joel Pérez, Roberto Carrillo y Modesto Tuñón  
Impresión: Digital Design Group, Inc.

**AGENCIA DE EJECUCION**  
**Centro del Agua del Trópico Húmedo para América**  
**Latina y el Caribe**  
**CATHALAC**

Emilio Sempris  
Director

Joel Pérez  
Coordinador Regional

Margarita Chiurliza  
Asistente Regional

Miroslava Morán  
Especialista en Gestión Integrada del Recurso Hídrico  
y Capacitación

**AGENCIA IMPLEMENTADORA**  
**Programa de las Naciones Unidas para**  
**el Desarrollo**

Bo Lim  
Asesora Técnica Experta y Jefa del Grupo de Adaptación y  
Desarrollo de Capacidades

Yamil Bonduki  
Especialista Técnico, Cambio Climático

José Eguren  
Representante Residente

Roberto Gálvez  
Representante Residente Adjunto

Maribel Landau  
Oficial de Programas

**PAISES PARTICIPANTES**

**Costa Rica**  
Ministerio del Ambiente y Energía  
Instituto Meteorológico Nacional  
Roberto Villalobos  
Enlace Nacional del Proyecto

**Cuba**  
Centro Nacional del Clima  
Instituto de Meteorología  
Abel Centella  
Enlace Nacional del Proyecto

**El Salvador**  
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Martha Yvette Aguilar  
Enlace Nacional del Proyecto

**Guatemala**  
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales  
Carlos Mansilla  
Enlace Nacional del Proyecto

**Honduras**  
Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente  
Mirza Castro  
Enlace Nacional del Proyecto

**México**  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Instituto Nacional de Ecología  
Julia Martínez  
Enlace Nacional del Proyecto

**Nicaragua**  
Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales  
Freddy Picado Trana  
Enlace Nacional del Proyecto

**Panamá**  
Autoridad Nacional del Ambiente  
René López  
Enlace Nacional del Proyecto

**CONSULTORES**

**Daniel Bouille**  
Fundación Bariloche, Argentina

**Tomas Edward Downing**  
**Erika Spanger Siegrfried**  
**Bill Dougherty**  
**Annette Huber-Lee**  
Stockholm Environment Institute (SEI)

**Victor Magaña**  
Universidad Autónoma de México

**Francisco Estrada**  
Universidad Autónoma de México

**Manuel Winograd**  
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**Teodolinda Callender**  
Monitoreo y Evaluación



# Introducción

---

El predominio de ecosistemas frágiles, de niveles de pobreza, de débiles marcos institucionales y de prácticas productivas insostenibles en Centroamérica, la convierten en una de las zonas más propensas del mundo a sufrir los efectos adversos del cambio climático global. Su alta vulnerabilidad converge con la frecuencia, simultaneidad, gravedad y alcance de múltiples amenazas, en particular las inundaciones, crecidas repentinas, ciclones, deslizamientos de tierra, sequías e incendios forestales. Las pérdidas que provocan los desastres derivados de dichas amenazas y vulnerabilidades son importantes tanto en términos sociales y económicos.

A pesar de la histórica repercusión de los desastres asociados al cambio climático, sobre la población y su medio ambiente, es hasta hace unos pocos años que la capacidad de los países de la región para hacer frente a los desastres asociados a condiciones climáticas extremas forma parte de la agenda del desarrollo de la región.

La Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático, vigente desde el año 1994, comprende una serie de compromisos asociados a la adaptación al cambio climático que van desde la elaboración y desarrollo de planes, ordenamiento territorial, investigación científica, educación, capacitación y la sensibilización que más tarde en 1995, se traducen en la decisión 11/CP.1 de la Conferencia de las partes sobre políticas, prioridades de los programas y criterios de aceptabilidad para la entidad o las entidades encargadas del funcionamiento del mecanismo financiero”.

Entre otros aspectos esta decisión define las etapas que siguen el proceso de adaptación como:

## ***Apartado 1. Guía inicial de la Conferencia de las Partes sobre Adaptación***

### ***(Decisión 11/CP.1)***

***Etapa I:*** “Planificación, que incluye el estudio de posibles impactos del cambio climático para identificar las regiones o países particularmente vulnerables y opciones políticas para la adaptación de un adecuado desarrollo de la capacidad”.

***Etapa II:*** “Medidas, incluyendo un posterior desarrollo de la capacidad que podrán ser tomadas para prepararse para la adaptación, como se contempla en el artículo 4.1(e)”.

***Etapa III:*** “Medidas para facilitar una adecuada adaptación, incluyendo el seguro y otras medidas de adaptación como se contemplan en los artículos 4.1 (b) y 4.4”.

En atención a esta decisión de la Convención, partir del año 2001, con el apoyo del Centro del Agua para Trópico Húmedo en América Latina y el Caribe (CATHALAC) los países de la región en el marco del **Proyecto Regional CATHALAC/GEF/PNUD “Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica**, inician un proceso orientado a generar las condiciones que permitieran valorar la capacidad de adaptación de la población a nivel de unidades administrativas territoriales menores denominadas “municipios” o a nivel de cuencas hidrográficas, así como de los ecosistemas naturales allí localizados, respecto a los riesgos climáticos actuales y futuros vinculados a los eventos extremos y la variabilidad climática.

Pero más allá de la valoración del estado actual y las posibles condiciones futuras de los impactos del cambio climático el ejercicio comprendió la identificación de acciones y medidas de adaptación efectivas y reales para disminuir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad de adaptación e influir en el desarrollo sostenible en el ámbito local, lo que supone la disminución de la pobreza y el mejoramiento de los índices de desarrollo humano.

Complementariamente, en octubre de 2004, en el marco del IV Foro Iberoamericano de Ministros de Ambiente se configura la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC) que asume la adaptación como un asunto de suma importancia para la región iberoamericana al establecer entre sus objetivos generales: ...la implementación efectiva de las decisiones de la CMNUCC, en particular aquellas sobre adaptación y mitigación, y la promoción y creación de capacidades y conocimientos incluyendo, entre otras materias, (...) las opciones de adaptación al cambio climático. Este objetivo se operativiza en mandatos, talleres, reuniones y declaraciones emanados de foros, talleres y conferencias de la Comunidad Iberoamericana de Naciones.

En otro ámbito de negociaciones globales asociadas al Cambio Climático, la Conferencia de las partes en su 11º período de sesiones, celebrado en Montreal del 28 de noviembre al 10 de diciembre de 2005, aprobó el programa de trabajo de Nairobi el cual adelanta algunos ejes de trabajo que deberían ir incorporándose en una agenda regional que facilite la comprensión de la vulnerabilidad y los impactos del cambio climático al mismo tiempo que permita el incremento de la capacidad de los países de la región para tomar decisiones sobre la manera de adaptarse al Cambio Climático con éxito. Este programa comprende acciones tendientes a:

1. El desarrollo de metodologías y herramientas para el desarrollo de planes y medidas de adaptación;
2. Mejorar la recopilación de datos sobre el clima histórico y sus impactos;
3. Desarrollar modelos climáticos y escenarios probables con los datos que se disponen,
4. Aumentar el conocimiento sobre los riesgos relacionados con el clima y los eventos extremos;
5. Mejorar la información sobre los efectos socioeconómicos del cambio climático
6. Desarrollar planes y medidas de adaptación;
7. Aumentar la investigación sobre opciones de adaptación; y,
8. Propiciar condiciones y posibilidades tecnológicas para la adaptación
9. Promocionar medidas, metodologías y herramientas para la diversificación económica.


En un proceso regional paralelo, en octubre de 2006, se publica el Programa Iberoamericano de Evaluación de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación (PIACC) al Cambio Climático de la RIOCC cuyo objetivo general es fortalecer el desarrollo y la aplicación de estrategias de adaptación en la región. Como objetivos iniciales específicos el programa se planteaba lo siguiente:

1. Fortalecimiento de los marcos institucionales
2. Búsqueda de sinergias con iniciativas e instituciones regionales activas en adaptación al cambio climático en Iberoamérica
3. Apoyo a la investigación del clima y el cambio climático, y la observación sistemática
4. Potenciación del intercambio y puesta a disposición de los conocimientos, experiencias, herramientas y métodos relativos a la evaluación sobre los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático
5. Promoción del desarrollo de proyectos participativos de adaptación al cambio climático en los sectores y sistemas considerados prioritarios, con especial relevancia para los proyectos trans-fronterizos, proyectos trans-sectoriales y/o proyectos pan-sectoriales
6. Promoción de actividades de información y comunicación del PIACC
7. Elaboración de informes de evaluación sobre los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ámbito de Iberoamérica.

Más recientemente, en el marco del proceso de diálogo entre las naciones iberoamericanas, durante el VII Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente, realizado en San Salvador, El Salvador en junio de 2007, se acoge con beneplácito la estrategia de funcionamiento de CATHALAC como Centro Iberoamericano de Análisis de Problemas Ambientales Emergentes y Cambio Climático para la Región de Mesoamérica y El Caribe, y se agradece al Gobierno de España y Panamá por el apoyo financiero para iniciar sus operaciones e instaron al PNUMA y la CCAD a que participe activamente en este esfuerzo. Con esta iniciativa se intenta potenciar la compilación de información en la región para la generación de escenarios climáticos orientados a definir el grado de vulnerabilidad en la región y diseñar medidas de adaptación.

El intenso y largo proceso por definir estrategias de adaptación en la región ha sumado esfuerzos y contribuciones de múltiples actores y es en este contexto que se presenta esta publicación. Con ella se sintetizan los resultados del **Proyecto Regional CATHALAC/GEF/PNUD “Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba**. Su contenido representa un insumo importante al momento de diseñar e implementar estrategias de adaptación de los países a los efectos del Cambio Climático en la región centroamericana. Está destinada a llenar un vacío respecto a evaluaciones de vulnerabilidad y elaboración de escenarios climáticos actuales y a futuro.

Finalmente, es importante reiterar el compromiso de CATHALAC por generar ciencia, educación y políticas para la gente. Tratándose de una región con un nivel importante de vulnerabilidad esperamos contribuir a la comprensión del fenómeno, a la difusión masiva de información y a desarrollar las capacidades nacionales para gestionar adecuadamente el Cambio Climático y apuntalar con ello desarrollo sostenible de la región.



Emilio Sempris  
Director de CATHALAC



## **SIGLAS, ABREVIACIONES Y UNIDADES**

AMC	<i>Análisis Multicriterios</i>
° C	<i>Grados Centígrados (Celsius)</i>
CCC	<i>Canadian Center for Climate (Modeling and Analysis)</i>
CATHALAC	<i>Centro del Agua para el Trópico Húmedo en América Latina y El Caribe</i>
CMNUCC	<i>Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático</i>
CSIRO	<i>Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization</i>
FAR	<i>Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés)</i>
FMAM	<i>Fondo Mundial para el Medio Ambiente</i>
GCM's	<i>Modelos de Circulación Global de la Atmósfera</i>
GEI	<i>Gases de Efecto Invernadero</i>
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GFDL	<i>Geophysical Fluid Dynamics Laboratory</i>
GPS	<i>Geoposicionador Espacial (por sus siglas en inglés)</i>
HadCM	<i>Hadley Centre Coupled Model</i>
IAC	<i>Índice de Amenaza Climática</i>
INEC	<i>Instituto Nacional de Estadísticas y Censos</i>
INEGI	<i>Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática</i>
IPCC	<i>Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (Por sus siglas en inglés)</i>
mm	<i>Milímetros de lluvia</i>
MPA	<i>Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático</i>
NCEP	<i>National Center for Environmental Prediction</i>
ODM	<i>Objetivos del Milenio</i>
ONG	<i>Organizaciones No Gubernamentales</i>
PCN's	<i>Primeras Comunicaciones Nacionales</i>
PIB	<i>Producto Interno Bruto</i>
PICC	<i>Panel Intergubernamental para el Cambio Climático</i>
PNUD	<i>Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo</i>
PNUMA	<i>Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente</i>
PRECIS	<i>Providing Regional Climates for Impacts Studies</i>
SCCF	<i>Fondo Especial de Cambio Climático (por sus siglas en inglés)</i>
SDSM	<i>Statistical DownScaling Model</i>
SRES	<i>Reporte Especial de Escenarios de Emisiones</i>
TAR	<i>Tercer Informe de Evaluación del Clima</i>
TLC	<i>Tratado de Libre Comercio</i>
WEAP	<i>Water Evaluation and Planning System</i>

# ÍNDICE

<b>I. Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>13</b>
1.1 Antecedentes.....	14
1.1.1 Objetivo.....	16
1.2 Abordajes y Metodológico.....	17
1.3 Áreas Pilotos Seleccionadas.....	21
1.4 Escenarios Climáticos .....	29
1.5 Resultados Principales.....	34
1.6 Lecciones Aprendidas.....	38
1.6.1 Regionales.....	38
1.6.2 Nacionales.....	40
1.7 Conclusiones.....	42
1.7.1 Vulnerabilidad actual .....	44
1.7.2 Vulnerabilidad futura.....	45
1.7.3 Estrategias y medidas de adaptación.....	51
1.7.4 Fomento de capacidades.....	57
<b>II. Vulnerabilidad Actual .....</b>	<b>59</b>
2.1 Introducción.....	60
2.2 Innovaciones Metodológicas .....	62
Cuadro N°. 2.1. Resumen de los enfoques y abordajes utilizados por los países para la evaluación de la vulnerabilidad actual. ....	63
2.3 Escenarios de Referencia de los Sistemas Priorizados .....	67
2.3.1 Escenarios ambientales y socioeconómicos de referencia.....	68
2.4 Amenaza e Impactos del Clima Actual .....	70
2.4.1 Amenazas del clima actual.....	70
2.4.2 Impactos del clima actual.....	71
2.5 Vulnerabilidad y Riesgo Climático Actual .....	73
Matriz resumen de evaluación de la vulnerabilidad actual en Centroamérica, México y Cuba .....	75
2.6 Conclusiones.....	84
<b>III. Vulnerabilidad Futura .....</b>	<b>87</b>
3.1 Introducción.....	88
3.2 Metodologías.....	89
3.3 Escenarios climáticos: regionales y locales .....	90
3.3.1 Escenarios regionales .....	91
3.3.2 Escenarios locales .....	95
Cuadro III.3.1. Resumen de los principales resultados de los Escenarios Climáticos Locales: Centroamérica, México y Cuba.....	95
3.4 Escenarios socioeconómicos .....	101
3.5 Vulnerabilidad y riesgo climático futuros.....	104

3.6	Conclusiones.....	111
3.6.1	Precipitación.....	111
3.6.2	Temperatura.....	111
<b>IV.</b>	<b>Estrategias y Medidas de Adaptación al Cambio Climático.....</b>	<b>115</b>
4.1	Introducción: naturaleza, alcances y objetivos.....	116
4.1.1	Objetivos.....	117
4.2	Metodologías.....	118
4.2.1	Costa Rica.....	118
4.2.2	Cuba.....	118
4.2.3	El Salvador.....	118
4.2.4	Guatemala.....	119
4.2.5	Honduras.....	119
4.2.6	México.....	119
4.2.7	Nicaragua.....	120
4.2.8	Panamá.....	120
4.3	Medidas de adaptación referidas a los sistemas seleccionados.....	121
4.3.1	Costa Rica.....	121
4.3.2	Cuba.....	121
4.3.3	El Salvador.....	121
4.3.4	Honduras.....	122
4.3.5	Guatemala.....	122
4.3.6	México.....	122
4.3.7	Nicaragua.....	123
4.3.8	Panamá.....	123
4.3.9	Medidas de adaptación locales para el sistema recursos hídricos.....	124
4.3.10	Medidas de adaptación locales para el sistema agricultura.....	127
4.3.11	Medidas de adaptación locales para el sistema forestal.....	130
4.3.12	Otros aportes en términos de medidas de adaptación.....	131
4.4	Capacidad para la implementación de las medidas de adaptación fortalezas y debilidades para la adaptación ante el cambio climático.....	133
	Cuadro 4.4.1. Resumen de fortalezas y debilidades identificadas para implementar las estrategias de adaptación en la región de Centroamérica, México y Cuba.....	135
4.5	Monitoreo y evaluación.....	141

<b>V. Fomento de Capacidades .....</b>	<b>143</b>
5.1 Introducción .....	144
5.2 Actores involucrados en las distintas fases del proyecto .....	145
5.3 Resumen sobre la creación de capacidades nacionales.....	147
5.4 Lecciones aprendidas: regionales y nacionales .....	148
5.4.1 Regionales.....	148
5.4.2 Nacionales.....	149
5.5 Conclusiones .....	152
<b>Referencias .....</b>	<b>153</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>155</b>
Anexo I: Objetivos específicos nacionales respecto a los sistemas seleccionados.....	156
Anexo II: Esquema de relaciones para el cálculo del índice de vulnerabilidad climática actual. El Salvador .....	158
Anexo III: Ejemplos de escenarios locales de cambios en la temperatura del aire para diferentes horizontes de tiempo.....	159
Anexo IV: Resumen de las proyecciones de las líneas evolutivas para cada indicador de vulnerabilidad analizado. Costa Rica .....	161
Anexo V: Comparación entre la situación actual y el escenario más probable, en el caso de la sequía en Cuba.....	161
Anexo VI: Escenario socioeconómico moderado (2007 – 2015) para los sistemas recursos hídricos y agricultura. Nicaragua.....	162
Anexo VII: Valor actual y futuro del Índice de Vulnerabilidad por área geográfica. El Salvador .....	164
Anexo VIII: Escenarios de enfermedades de transmisión vectorial (malaria, dengue y leishmaniasis). Honduras .....	164
Anexo IX: Escenarios de cubierta forestal “ <i>business as usual</i> ” bajo algunos indicadores de la pérdida de superficie forestal en Tlaxcala, México .....	165
Anexo X: Escenario pesimista del acuífero León- Chinandega simulado con el modelo WEAP, bajo incremento de las áreas de riego, de la población y de la asignación de agua por habitante. Nicaragua .....	165
Anexo XI: Demanda real de agua bajo diferentes escenarios (modelo WEAP), para el acuífero León- Chinandega, Cuenca No. 64. Nicaragua.....	166
Anexo XII: Misión y visión de la estrategia de adaptación de Costa Rica.....	164
Anexo XIII: Metodología para la elaboración de la estrategia de adaptación de Honduras.....	165
Anexo XIV: Análisis Multicriterio (MCA – WEAP) para la priorización de medidas de adaptación del sistema recurso hídrico. Nicaragua .....	166
Anexo XV: Área de aporte de los actores con el proceso de adaptación al cambio climático. Costa Rica.....	167
Anexo XVI: Tabla de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales: Individual e Institucional .....	168





## I. RESUMEN EJECUTIVO

Executive Summary



# I. Resumen Ejecutivo del Proyecto Regional

## Regional Project Executive Summary

### 1.1 Antecedentes

Los países de Centroamérica, México y Cuba, en el contexto de sus Primeras Comunicaciones Nacionales (PCN's) sobre Cambio Climático, realizaron estudios sobre los potenciales impactos del cambio climático en diferentes sectores económicos de desarrollo tales como agricultura, recursos hídricos, energía, salud humana, bosques y otros. Estos estudios tenían un énfasis en aspectos biofísicos que incluían evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación bajo la Fase I de adaptación de acuerdo al proceso de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Dichos trabajos, aún no valoraban la capacidad de adaptación de la población a nivel de unidades administrativas territoriales menores denominadas "municipios" o a nivel de cuencas hidrográficas, así como de los ecosistemas naturales allí localizados respecto a los riesgos climáticos actuales y futuros vinculados a los eventos extremos y la variabilidad climática.

*Uno de los principales logros de las experiencias adquiridas en el marco de las PCN's y los estudios País, fue la creación de las capacidades básicas regionales y nacionales para llevar a cabo evaluaciones sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de mayor alcance y calidad para la construcción de estrategias de adaptación al cambio climático.*

Para dar continuidad al proceso de las Comunicaciones Nacionales y en particular para impulsar los procesos de adaptación a nivel regional, entre el 2001 e inicios del 2003, se realizaron una serie de reuniones, talleres de consulta e intercambio de ideas entre los países interesados para analizar y discutir los criterios de selección de los sistemas inicialmente identificados que serían parte del proyecto regional. En este contexto,

### 1.1 Background

The Central American countries, Mexico and Cuba, in the context of their Initial National Communications (INC) on Climate Change, carried out studies on the potential impact of climate change on the different sectors of economic development (agriculture, water resources, energy, human health, forests, and others), with emphasis on biophysical aspects. The studies included vulnerability and adaptation assessment under Phase I of Adaptation in accordance with the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) process. These studies did not evaluate the adaptive capacity of populations at the level of small territorial administrative units known as "municipalities", nor at the watershed level and the natural ecosystems found within, in relationship to current and future climatic risks linked to extreme events and climatic variability.

In order to provide continuity to the process of the National Communications and, particularly, to promote adaptation processes at the regional level, between the years 2001 and the beginning of 2003, a series of meetings, consultation workshops and exchange of ideas were carried out among the interested countries, to analyze and discuss criteria for selection of the initially identified systems which would form part of the Regional Project. In this context, each of the eight participating countries focused its efforts on the systems of greatest national



cada uno de los 8 países participantes enfocó sus esfuerzos hacia los sistemas de mayor prioridad nacional, donde los más comunes en la región fueron: recursos hídricos, agricultura y salud humana (Anexo-I).

Las expresiones de interés de los ocho países participantes en el proyecto de trabajar por una meta en común, fortalecieron las iniciativas nacionales y las encaminaron hacia la implementación de la Etapa II de Adaptación ante el cambio climático.

Entre junio de 2003 y abril de 2007, se ejecutó el Proyecto Regional “Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba”. Esta región sirvió en calidad de “piloto” para elaborar y aplicar un Marco de Política de Adaptación. La aplicación de este marco fue fundamental para demostrar cómo la política de adaptación puede integrarse al desarrollo sostenible en el ámbito local en sistemas humanos seleccionados.

Este Proyecto Regional formaba parte de las acciones para cumplir con la Etapa II del proceso encaminado a preparar medidas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad frente al cambio climático. El proyecto fue financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). La Agencia Regional de Ejecución fue el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC).

El Proyecto incluye una serie de experiencias locales de adaptación, donde los diferentes abordajes metodológicos utilizados servirán de base para ser replicados en

priority, of which the most common ones for the region were: water resources, agriculture and human health (Annex-I).

The interest shown by the eight participating countries in working towards a common goal strengthened national initiatives, leading to implementation of Phase II of Adaptation to climate change.

Between June, 2003, and April, 2007, the Regional Project entitled “Capacity Building for Stage II Adaptation to Climate Change in Central America, Mexico and Cuba” was carried out. This region served as a “pilot” for the formulation and application of an Adaptation Policies Framework, in order to prepare adaptation strategies, policies and measures. The application of this framework was fundamental to demonstrating how adaptation policies can be integrated into sustainable development at the local level for selected human systems.

This Regional Project constitutes part of the actions to comply with Phase II of the process aimed at preparing adaptation measures to reduce vulnerability to climate change. The project was financed by the Global Environment Fund (GEF) and implemented by the United Nations Development Program (UNDP). The Regional Executing Agency was the Water Center for the Humid Tropics of Latin America and the Caribbean (CATHALAC).

The Project includes a series of local adaptation experiences – with emphasis on watersheds –, in which the different methodological approaches will serve as the basis for replication in other zones of equal importance to the eight participating



otras zonas de igual importancia para los 8 países participantes. De igual manera, los resultados del proyecto muestran el estado actual y las posibles condiciones futuras de los impactos del cambio climático referidos a los sistemas estudiados, expresados en proyecciones de escenarios de cambio climático. También incluye acciones y medidas de adaptación efectivas y reales para disminuir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad de adaptación de los sistemas estudiados. Todo lo anterior se encamina a influir en el desarrollo sostenible de las áreas estudiadas, lo que supone la disminución de la pobreza y el mejoramiento de los índices de desarrollo humano.

Los resultados obtenidos por el Proyecto Regional, demuestran que es posible construir y ejecutar proyectos de principio a fin en materia de cambio climático, que se constituyan en ejemplos de metodologías para enfrentar lo que se considera la mayor amenaza ambiental actual.

Algunos países llegaron a determinar la factibilidad de las estrategias de adaptación propuestas, así como sus costos y su efectividad, lo cual aumenta la viabilidad de que las metodologías utilizadas puedan ser replicadas y adecuadas en otras regiones de esos países. Por consiguiente, la meta regional en el corto plazo será llegar a Planes Nacionales de Adaptación ante el Cambio Climático.

### **1.1.1 Objetivo**

El Objetivo de Desarrollo del Proyecto era sentar las bases para la adaptación de los sistemas humanos al cambio climático. Con mayor precisión el proyecto estuvo orientado a fortalecer la capacidad adaptativa de los

countries. The results of the project show the current state and possible future impacts of climate change in the systems studied, expressed as climate change scenario projections. It also includes effective and real adaptation actions and measures for decreasing vulnerability and increasing the adaptive capacity of the systems studied, thereby promoting sustainable development in these areas, which means a decrease in poverty and improvements in human development indexes.

The results obtained by the Regional Project reveal that in the area of climate change, it is possible to construct and execute projects from beginning to end which constitute methodological examples for confronting what is considered to be the greatest environmental threat of our time.

Certain countries went so far as to determine the feasibility, cost and effectiveness of the proposed adaptation strategies, which increases the viability of replicating the methodologies in other regions of other countries, adapting them to local conditions. The short-term regional goal was therefore be the formulation of National Plans for Adaptation to Climate Change.

### **1.1.1 Objective**

The Development Objective of the Project was the adaptation of human systems to climate change. Efforts were directed at strengthening the adaptive capacity of human systems in order to reduce the vulnerability of the selected national systems to the impacts of climate change, to include climate variability, risks and extreme events.



sistemas humanos para reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, incluyendo la variabilidad natural del clima, riesgos y eventos extremos para los sistemas nacionales seleccionados.

El proyecto produjo diferentes procedimientos de generación de capacidades para la adaptación al cambio climático en diversas regiones y sectores socioeconómicos de Centroamérica, México y Cuba.

Adicionalmente, cada uno de los 8 países participantes, generó una serie de objetivos específicos de carácter nacional referidos a los sistemas priorizados y a sus entornos (Anexo – I). En general, estos objetivos se asociaban a la reducción de las vulnerabilidades actuales y futuras, determinantes del riesgo climático, entendido este como un cambio extremo en la condiciones climáticas actuales. La reducción de vulnerabilidades se propone a partir del aumento de las capacidades de adaptación en la región. Los objetivos comprendían entre otros aspectos la generación de nuevos conocimientos sobre: la vulnerabilidad de los sistemas nacionales seleccionados; la identificación de las medidas de adaptación reales y viables que apliquen al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones vulnerables; y al aumento de su resiliencia ante el cambio climático, a través de un proceso participativo con los actores locales de las áreas pilotos de estudio seleccionadas.

## 1.2 Abordajes Metodológico

El tema de la adaptación de los sistemas humanos y naturales a los eventos extremos, a la variabilidad y al cambio global del clima, es un campo de investigación muy reciente,

The project generated a variety of procedures for promoting capacities for adaptation to climate change in diverse regions and socio-economic sectors of Central America, Mexico, and Cuba.

Additionally, each of the eight participating countries generated a series of specific national objectives related to the prioritized systems and their context (Annex – I). Generally speaking, these objectives are geared towards the reduction of current and future climatic risk based on an increase in the region's adaptive capacities through the generation of new knowledge on the vulnerability of the selected national systems, to identify real and viable adaptation measures which can provide improved quality of life to vulnerable populations while increasing their resilience in the face of climate change, through a participatory process with local stakeholders from the eight pilot study areas selected.

## 1.2 Methodological Approaches

The topic of adaptation of human and natural systems to extreme events, variability and global climate change is a very recent field of research in which it is necessary to explore the adoption of conceptual frameworks, innovative and appropriate research methods, this was well assimilated by the countries of Central America, Mexico, and Cuba. One of the fundamental contributions of this regional project is that it has improved the current state of knowledge in this area in order to appropriately promote the incorporation of climate adaptation into the endogenous processes of local development: and in the

en el cual se necesita ensayar y validar la adopción de marcos conceptuales y métodos de investigación innovadores y apropiados a las diversas condiciones nacionales. Los países de Centroamérica, México y Cuba mantuvieron presente lo anterior y pudieron contribuir en el contexto del proyecto regional, a mejorar el estado actual del conocimiento en materia de Cambio Climático. Al mismo tiempo, se mejoraron las posibilidades de incidencia apropiada para la incorporación de la adaptación al cambio climático en los procesos endógenos de desarrollo local; y para planificar y ejecutar iniciativas de desarrollo con enfoque de cuenca en los ámbitos municipal y nacional. En la ejecución del presente proyecto, los países utilizaron en calidad de herramienta metodológica de referencia el Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático (MPA), desarrollado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005), el cual es una guía didáctica técnico - científica, útil para el diseño de Estrategias, Políticas y Medidas de Adaptación ante el cambio climático, y para orientar los procesos de evaluación, planificación e implementación de las medidas priorizadas.

Como complemento a la guía, algunos países se destacaron con innovaciones metodológicas de un alto valor científico y práctico susceptible de ser replicadas en otras regiones y países del mundo en desarrollo, dado su enfoque comunitario e incidencia en los sectores económicos más relevantes para el desarrollo de los países.

Uno de los retos más importantes en este proceso de innovación metodológica, fue asumido por El Salvador. Su abordaje del tema de la vulnerabilidad climática a

planning and execution of development initiatives in the municipal and national arenas, with emphasis on watersheds.

As a methodological reference tool for execution of this project, the countries applied the Adaptation Policies Framework (APF) developed by the United Nations Development Program (UNDP, 2005), an useful technical-scientific educational guide for the design of Climate Change Adaptation Strategies, Policies and Measures aimed at promoting integrated actions for adaptation to climate change, both in the evaluation phase and in the planning and implementation of prioritized measures.

Some countries though, distinguished themselves through methodological innovations of high scientific and practical value apt for replication in other regions and throughout the developing world, since their focus is on the community level and on influencing the most relevant economic development sectors.

El Salvador took on one of the most important challenges in this process of methodological innovation by having approached the topic of climate vulnerability through a systemic view of the environment with an interdisciplinary approach. Its contributions incorporate theoretical and empirical knowledge, as well as local perceptions, through the recovery of oral tradition and the active, permanent and progressively protagonistic participation of the inhabitants and local organizational counterparts.

On the other hand, Cuba estimated the vulnerability to drought and applied a



través de un enfoque sistémico del ambiente e interdisciplinario, incorporaron al conocimiento teórico y el empírico relevando las percepciones locales en torno a la vulnerabilidad mediante el rescate de la tradición oral y la participación activa, permanente y progresivamente protagónica de los pobladores y organizaciones locales contrapartes.

Por otro lado, Cuba estimó la vulnerabilidad a la sequía y aplicó un modelo conceptual de acuerdo con Burton, (2001) expresado como:

$$\text{VULNERABILIDAD ACTUAL} = \text{IMPACTO} - \text{ADAPTACIÓN}$$

pudiendo expresar la vulnerabilidad como la diferencia entre los impactos más críticos asociados a la sequía en una localidad y las adaptaciones realizadas para aliviar los efectos del fenómeno en este ámbito local. Para operatividad el modelo, se definieron, los instrumentos de medición, la delimitación espacial de las unidades de observación y la selección de las variables e indicadores que reflejan los principales efectos de la sequía sobre la vegetación natural, la agricultura, la ganadería y por extensión, sobre los seres humanos, los asentamientos seleccionados, y sus relaciones lógicas.

Para la identificación espacial de la vulnerabilidad y de sus componentes, utilizaron Sistemas de Información Geográfica. Además, desarrollaron una encuesta de un alto valor práctico y metodológico, así como una herramienta automatizada para su procesamiento. Los resultados de la encuesta constituyen el punto de partida de la evaluación del impacto, la adaptación y la vulnerabilidad según la percepción de los productores

conceptual model in accordance with Burton (2001), expressed as:

$$\text{CURRENT VULNERABILITY} = \text{IMPACT} - \text{ADAPTATION}$$

In the Cuban context, vulnerability was represented by the difference between the most critical impacts of drought in a given area and the adaptations adopted in this same area to alleviate the effects of this phenomenon. They also defined instruments for measuring, the spatial boundaries of the observation units and the selection of variables and indicators which reflect the principle effects of drought on natural vegetation, agriculture, cattle farming and, consequently, on the human beings and communities selected, as well as their logical relationships.

For spatial identification of vulnerability and its components, they used Geographic Information Systems. They also developed a survey of high practical and methodological value, as well as an automated tool for its processing. The results of the survey constitute the starting point for evaluation of impact, adaptation and vulnerability according to the perception held by agricultural producers, inhabitants and key informants, results which are expressed in territorial format and constitute an important instrument for use by researchers in order to carry out the proposal phase of adaptation policies.

Costa Rica, for its part, adopted a “Risk Management” approach, based on clear, simple definitions and the use of key terms;

agropecuarios, la población y los informantes claves, los resultados se expresan en forma territorial y constituyen un instrumento útil a los investigadores para acometer la etapa de elaboración de propuestas de políticas de adaptación.

Por su parte, Costa Rica adoptó un enfoque de gestión de riesgos basado en definiciones claras, sencillas y el uso de términos claves; con técnicas sustentadas en indicadores (socioeconómicos y biofísicos). Con ello, pudieron generar dos índices: uno de vulnerabilidad actual y otro de amenaza climática. Este enfoque fue replicado por Honduras y Panamá.

Por su parte, México utilizó en su análisis un enfoque basado en la “función del riesgo”, en donde éste depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza (por ejemplo: huracanes o sequía), pero también de la vulnerabilidad, es decir, la medida en que los sistemas (humanos, biofísicos) pueden ser afectados. De esta manera, el riesgo se centra en los desastres y de la forma en que se han configurado considerando la estructura socioeconómica de una región o sector de la sociedad.

Por último, Nicaragua evaluó la vulnerabilidad y los riesgos bajo un enfoque combinado. La vulnerabilidad es considerada como una característica de los sistemas claves seleccionados, pero también es el resultado de procesos climáticos o amenazas. El grado de vulnerabilidad se cuantificó a través de indicadores, los cuales aportaron conocimientos sobre cuáles amenazas se traducen en impactos negativos; que a la vez fue clave en la identificación de medidas de adaptación efectivas. Para la evaluación del riesgo se utilizó un enfoque basado en amenazas naturales.

with techniques supported by indicators (socio-economic and biophysical) and through the process of aggregation, two indexes were generated: one for current vulnerability and the other for climatic threat. This focus was replicated by Honduras and Panama.

In Mexico’s analysis, a focus based on the “function of risk” was used, which depends not only on the intensity and frequency of the threat (for example, hurricanes or drought), but also on vulnerability, that is to say, the degree to which systems (human, biophysical) can be affected. By understanding risk in this way, a large part of the responsibility in disasters lies with the socioeconomic structure of a region or sector of society.

Finally, Nicaragua evaluated vulnerability and risk under the criteria of a combined focus. Vulnerability is considered to be a characteristic of the key selected systems but is also a result of climatic processes or threats. The degree of vulnerability was quantified through indicators that provided knowledge on which threats are translated into negative impacts; this, in turn, was key to the identification of effective adaptation measures. For risk evaluation, a focus based on natural threats was used.



### 1.3 Áreas Piloto Seleccionadas

Cada uno de los países participantes en el Proyecto Regional de Adaptación al cambio climático seleccionó sus áreas de estudio e implementación del proyecto a través de procesos de consultas internas y sobre la base de criterios y prioridades nacionales. Las zonas de estudios se mencionan a continuación.

### 1.3 Selected Pilot Areas

Each one of the countries participating in the Regional Project for Adaptation to climate change selected its study areas and project implementation through internal consultation processes and on the basis of national criteria and priorities. Following is a description of each of these zones.



**Costa Rica: zona nor-occidental del Valle Central.**

**Costa Rica: Northwestern Region of the Central Valley.**

El área de estudio es de características urbanas principalmente, con comunidades rurales en la periferia. Se sitúa en la zona noroccidental del Gran Área Metropolitana. Forma parte de la cuenca del río Grande de Tárcoles que vierte sus aguas hacia el Océano Pacífico. Por su condición de valle su clima y origen volcánico, presenta una gran riqueza del recurso agua. Es un área de recarga de los principales acuíferos del Valle Central, donde se asienta más de la mitad de la población del país. La mayor parte de la población se dedica a actividades propias de los centros urbanos. Solo el 1.5% se dedica a actividades agropecuarias. Existe un rápido crecimiento industrial y urbanístico que amenaza las áreas de recarga y de protección de bosques. Los índices sociales y económicos reflejan una condición de vida superior

This study area has principally urban characteristics, with rural communities on the surroundings. It is situated in the northwestern region of the Greater Metropolitan Area. It forms part of Rio Grande de Tarcoles watershed, which drains towards the Pacific Ocean. Because it is a valley and due to its climatic and volcanic conditions, it possesses an abundant water resource. It is a replenishment area for the main aquifers of the Central Valley, where more than half of the country's population lives. Most of the inhabitants are dedicated to activities inherent to urban centers. Only 1.5% participates in agricultural activities. There is rapid industrial and urban growth which threatens the areas of replenishment and forest protection. The social and economic indexes reflect living conditions above the national

al promedio nacional, debido a las múltiples oportunidades y recursos que ofrece. A pesar de ello, existen cinturones de pobreza plegados a los centros urbanos donde se asientan las poblaciones más vulnerables.

average, due to the multiple opportunities and resources offered by the region. In spite of this, there are belts of poverty surrounding the urban centers, where the most vulnerable communities are settled.

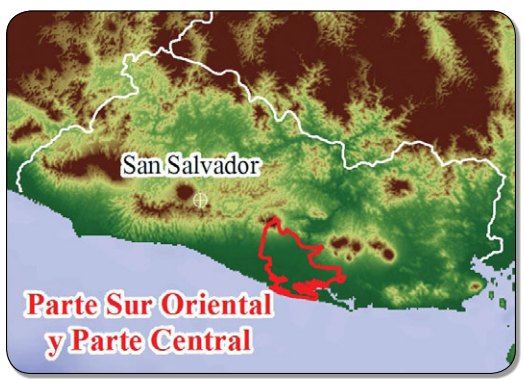


**Cuba: la Provincia de Las Tunas.**

**Cuba: Province of Las Tunas.**

Se localiza en la parte oriental del país, pertenece a la región de Cuba Occidental y Central, subregión Camagüey-Maniabón, que ocupa la llanura norte. Abarca los municipios Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez. Se caracteriza por poseer condiciones edáficas, climatológicas y antropogénicas tendientes al incremento y agudización del fenómeno de la desertificación, con niveles de precipitación inferior al resto del territorio de la provincia y serios problemas de salinidad, mal drenaje y baja fertilidad de sus suelos. La sequía meteorológica se produce desde hace años, y los registros de precipitación de los últimos 10 años demuestran que se mantienen por debajo de la media histórica, situación que en la actualidad se presenta con mayor intensidad y con una prolongación del número de meses de la etapa poco lluviosa.

Located in the eastern part of the country, pertaining to the region of Western and Central Cuba, sub-region of Camagüey-Maniabón, occupying the northern plain. It includes the municipalities of Manatí, Puerto Padre and Jesus Menendez. It is characterized by having edaphic, climatologic and anthropogenic conditions which tend to increase and sharpen the desertification phenomenon, with precipitation levels below those of the rest of the province's territory and serious problems with salinity, poor drainage and low soil fertility. The meteorological drought has been in place for years, as confirmed by the records for precipitation levels during the past 10 years, which remain below the historical average. The situation currently presents greater intensity and a prolonged dry season.



**Zona de estudio de El Salvador:  
parte sur oriental y parte central.**

**Study zone of El Salvador:  
southeastern and central regions.**

Cubre parte de los municipios de Zacatecoluca del departamento de La Paz, Tecoluca del departamento de San Vicente, y Jiquilisco del departamento de Usulután. La extensión del territorio es de 1,152.5 km<sup>2</sup> y presenta en la franja costera, extensas áreas medias-bajas y bajas con elevaciones muy cercanas al nivel del mar, entre los 2 y 60 msnm.

Hacia el norte, la orografía presenta pendientes de moderadas a altas en las orlas meridionales y estribaciones de los volcanes San Vicente y Tecapa, entre los 100 y los 1500 msnm. El territorio incluye un aproximado de 6,725 familias, de las cuales 3,125 viven en la margen occidental y 3,600 en la oriental del río Lempa. Considerando un promedio de 4 miembros por familia, se estima un aproximado de 26,900 personas.

El territorio fue delimitado tomando como criterio principal la articulación y acoplamiento existente entre la dinámica sociocultural y económica de las comunidades humanas, y las dinámicas de los sistemas naturales locales. Se consideraron las áreas geográficas en donde se ubican las comunidades humanas organizadas en torno a procesos de desarrollo local alrededor de asociaciones comunales, micro-regiones, zonas y agrupaciones de carácter regional.

This zone covers part of the municipalities of Zacatecoluca in the department of La Paz, Tecoluca in the department of San Vicente, and Jiquiliso in the department of Usulután. The territory has an area of 1,152.5 km<sup>2</sup> and presents extensive midland and lowland areas along the coast, with elevations very near sea-level, between 2 and 60 masl.

Northward, the orography presents moderate to high slopes on the meridional borders and spurs of the San Vicente and Tecapa volcanos, between 100 and 1500 masl. The territory is home to approximately 6,725 families, 3,125 of which live on the western side and 3,600 on the eastern side of the Lempa river. Assuming an average family size of 4 members, the estimated population is 26,900 people.

The main criteria for defining territorial limits were the articulation and coupling that exist between the socio-cultural and economic dynamics of the human communities and the dynamics of the local natural systems. Consideration was given to the geographical areas in which human communities are organized around local development processes such as communal associations, micro-regions, zones and groups of a regional nature.





### Guatemala: Cuencas de los ríos El Naranjo y San José.

### Guatemala: Watershed of the El Naranjo and San Jose rivers.

En la cuenca del río Naranjo se analizaron los problemas de exceso de agua e inundaciones y en la sub cuenca del río San José se estudió la escasez de agua y la sequía.

La cuenca del río Naranjo se encuentra comprendida entre los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos. Dentro de su territorio se encuentran 19 municipios de los cuales 14 pertenecen al departamento de San Marcos y 5 al departamento de Quetzaltenango. La cuenca del río Naranjo forma parte de la vertiente del Océano Pacífico y tiene una superficie de 1,255 km<sup>2</sup>, equivalente al 1.16% del área total del país. El cauce principal del río Naranjo tiene una longitud de 104 kilómetros y recibe 13 afluentes.

La sub cuenca del río San José se encuentra ubicada en el Oriente de la República de Guatemala y es parte de la cuenca del río Grande de Zacapa en la vertiente del Mar de Las Antillas (Mar Caribe). En esta vertiente las cuencas están caracterizadas por tener pendientes pronunciadas en las partes altas y que disminuyen gradualmente conforme al gradiente topográfico, principalmente en las partes bajas.

In the Naranjo River watershed, the problems of excess water and flooding were analyzed; in the sub-watershed of San Jose River, water shortage and drought were studied.

The Naranjo River watershed is located between the departments of Quetzaltenango and San Marcos. Within its territory there are 19 municipalities, 14 of which belong to the department of San Marcos and 5 to the department of Quetzaltenango. The Naranjo River watershed forms part of the Pacific slope and has a surface area of 1,255 km<sup>2</sup>, equivalent to 1.16% of the total area of the country. The main channel of the Naranjo River has a length of 104 kilometers and is fed by 13 tributaries.

The sub-watershed of the San Jose River is located in the eastern portion of the Republic of Guatemala and is part of the Rio Grande de Zacapa watershed on the Caribbean slope. Watersheds on this slope are characterized by steep grades in the higher areas, which gradually decrease along with the topographical gradient, principally in the lower regions.



**Honduras: Cuenca del río Aguan.**

**Honduras: Aguan River watershed.**

La cuenca del río Aguan se localiza en la zona norte de Honduras, entre los 15°25' y 16°00' latitud Norte y entre los 85°25' y 87°00' longitud oeste. Cubre un área de 11,005 km<sup>2</sup>; al norte la vertiente de la cuenca está formada por la cordillera Nombre de Dios y al sur por la montaña de Botaderos y la Sierra La Esperanza. Debido al tamaño de la cuenca, se priorizaron dos subcuencas para realizar el diagnóstico: la subcuenca del Río Locomapa, localizada en el departamento de Yoro, hacia el oeste; y la subcuenca del Río Mame, en el departamento de Olancho, hacia el sur.

Políticamente, la cuenca del Río Aguan comprende 18 municipios, en tres departamentos y cuenta con una población aproximada de 653,256 habitantes.

Dadas las condiciones geográficas, los principales problemas que presenta la cuenca son las inundaciones y los deslizamientos. Esto también se debe a la alta precipitación presente en toda la cuenca y la escasa cobertura forestal en la parte alta y media.

The Aguan River watershed is located in the northern region of Honduras, between 15°25' and 16°00' North and 85°25' and 87°00' West. It covers an area of 11,005 Km<sup>2</sup>; to the north, the watershed is formed by the Nombre de Dios mountain range and to the south, by Botaderos Mountain and Sierra La Esperanza. Due to the size of the watershed, two sub-watersheds were prioritized in order to make the diagnosis: the Locomapa River sub-watershed, located in the department of Yoro, to the west; and the Mame River sub-watershed, in the department of Olancho, to the south.

Politically, the Aguan River watershed consists of 18 municipalities distributed in three departments, with a population of approximately 653,256 inhabitants.

Given the geographical setting, the main problems in the watershed are flooding and landslides. This is also caused by the high precipitation levels throughout the watershed and the sparse forest cover in the upper and middle sections.



## México: Estado de Tlaxcala

### Mexico: Tlaxcala State

Con base en sus características geográficas y socioeconómicas, el estado de Tlaxcala puede ser considerado representativo de gran parte del país. Tlaxcala representa el 0.2% del territorio nacional. Su altitud media es de 2,230 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI, en el año 2005, el estado tenía una población de 1,068,207 habitantes. Las actividades económicas principales en el estado son, en porcentaje del total: industria extractiva, de transformación y electricidad (28.2%), agropecuarias (20.7%), de servicios (20.3%), en comercio (14.5%), construcción (7.7%), administración pública y de defensa (5.2%), así como comunicaciones y transportes (3.3%). El producto interno bruto (PIB) promedio estatal de 1993 a 2004 fue de 7,260.41 millones de pesos.

El Estado de Tlaxcala es representativo de la forma de apropiación y uso de los recursos naturales de la mayor parte del país. La agricultura, el aprovechamiento forestal y el uso del agua del Estado son ejemplos de la suma de problemas de sobreexplotación, contaminación y deterioro del ambiente, razones por las que fue elegido como región piloto para la evaluación de capacidades actuales de adaptación al cambio climático.

Based on its geographic and socio-economic characteristics, the States of Tlaxcala represent a large part of the country. Tlaxcala represents 0.2% of the national territory. Its average altitude is 2,230 meters above sea level. According to the National Institute of Statistics, Geography and Informatics INEGI, in 2005, the state had a population of 1,068,207 inhabitants. Its main economic activities, as a percentage of the whole, are: extraction, transformation and electricity industries (28.2%), agriculture (20.7%), services (20.3%), commerce (14.5%), construction (7.7%), public administration and defense (5.2%), as well as communications and transportation (3.3%). The average gross internal product (GIP) for the state between 1993 and 2004 was 7,260.41 million pesos (2003).

The State of Tlaxcala represents the form of appropriation and use of natural resources carried out in most of the country. The State's practices related to agriculture, forest exploitation and water use are examples of the sum of problems created by overuse, contamination and environmental deterioration, which is why the State was chosen as a pilot region for evaluation of current capacities for adaptation to climate change.



**Nicaragua: Cuenca No. 64 (entre el volcán Cosigüina y el Río Tamarindo).**

**Nicaragua: Watershed No. 64 (between the Cosigüina Volcano and Tamarindo River).**

La cuenca hidrográfica N° 64, está ubicada al occidente del país entre la Cordillera de Los Maribios, al Este y el Océano Pacífico, al Oeste. Tiene una superficie de 2,950. km<sup>2</sup> que abarca la zona costera de los departamentos de León (incluye los municipios de León, Quezalguaque, Telica y La Paz Centro) y Chinandega (Chichigalpa, Chinandega, Corinto, El Realejo, El Viejo, y Posoltega).

La cuenca está poblada por 519,590 personas que representan el 70.7% de la población de los dos departamentos y el 10% de la población de Nicaragua.

Su economía está basada en actividades agropecuarias, específicamente rubros de agro exportación en los que sobresale la caña de azúcar, maní, banano, ajonjolí y en menores extensiones frutales y soya, así como granos básicos y pastos mejorados y naturales para la ganadería de doble propósito.

La caña de azúcar, maní, soya, banano y sorgo industrial, ocupan en su conjunto un área de 90,210 hectáreas, que representa el 20% del área total; involucra a 730 grandes productores que generan un valor exportable de 100.1 millones de dólares. La región tiene una importante participación a nivel de la producción primaria, representa el 11% de la superficie agropecuaria y el 12% de las explotaciones agropecuarias del país.

Watershed No. 64 is located in the western region of the country, between the Los Maribios mountain range to the East and the Pacific Ocean to the West. It has a surface area of 2,950 km<sup>2</sup>, encompassing the coastal zone of the departments of Leon (including the municipalities of Leon, Quezalguaque, Teliz and Central La Paz) and Chinandega (Chichigalpa, Chinandega, Corinto, El Realejo, El Viejo and Posoltega).

The watershed is populated by 519,590 people, representing 70.7% of the population for the two departments and 10% of the population of Nicaragua.

Its economy is based on agricultural activities, specifically exports such as sugar cane, peanuts, bananas, sesame seeds and, to a lesser degree, fruits and soybeans, as well as basic grains and improved natural grasses for dual-purpose cattle farming.

Collectively, sugar cane, peanuts, soybeans, bananas and industrial sorghum occupy an area of 90,210 hectares, which represents 20% of the total area; it involves 730 large producers, who generate 100.1 million dollars in exports. The region participates significantly at the level of primary production, with 11% of the country's agricultural area and 12% of the country's agricultural production.



### **Panamá: Cuenca del Río Santa María.**

**Panama: Watershed of the Santa Maria River.**

La cuenca del río Santa María posee un área total de drenaje de 3,326 Km<sup>2</sup>, desde su nacimiento hasta la desembocadura en el mar, el río principal (Santa María) posee una longitud de 168 km, la elevación media de la cuenca es de 200 msnm, el punto más alto se encuentra en la Cordillera Central con una elevación de 1,528 msnm y comprende parte de las provincias de Veraguas, Coclé y Herrera.

La precipitación media anual varía desde 1,200 mm en la desembocadura hasta los 5,000 mm en su parte alta. En su parte alta los caudales específicos estimados son de 88l/s / km<sup>2</sup> mientras que en la parte baja los caudales específicos se estiman en 20.6 l/s/km<sup>2</sup>.

Para efectos del estudio basado en estimaciones, juicio de expertos y prioridades en atención a temas nacionales en la cuenca del río Santa María, se consideró conveniente su división en cuenca alta, media y baja. En esta cuenca viven aproximadamente 33,019 habitantes, en un total de 320 lugares poblados. En la parte alta y media de esta cuenca, se caracterizan por una agricultura de subsistencia; y en la parte baja predominan los pastizales.

The watershed of the Santa Maria River forms part of the provinces of Veraguas, Coclé and Herrera, with a total drainage area of 3,326 km<sup>2</sup>. From source to river mouth, the main river (Santa Maria) has a length of 168 km.; the average elevation of the watershed is 200 masl, with the highest point being found in the Central Mountain Range at an elevation of 1,528 masl.

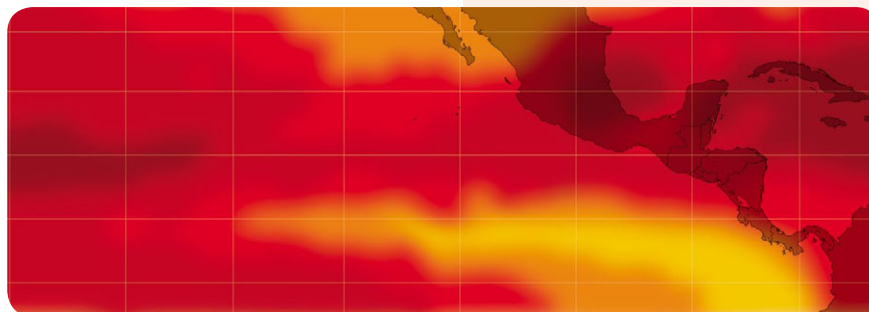
The average annual precipitation varies from 1,200 mm at the mouth to 5,000 mm in the upper part. In the upper part, the specific estimated flows are 88 l/s km<sup>2</sup> while in the lower part, specific flows are estimated at 20.6 l/skm<sup>2</sup>.

For purposes of the study based on estimates, expert opinions and priorities related to national issues in the Santa Maria River watershed, it was considered convenient to divide the watershed into upper, middle and lower sections. Approximately 33,019 inhabitants live in the watershed, in a total of 320 populated areas. The upper and middle sections of the watershed are characterized by subsistence agriculture; pastureland is predominant in the lower section.



## 1.4 Escenarios de Cambio Climático

## 1.4 Climate Change Scenarios



El riesgo climático surge de las interacciones entre el clima y la sociedad, pudiéndose abordar de diferentes formas: desde su aspecto social, mediante la evaluación basada en la vulnerabilidad; a partir de un enfoque climático, mediante una evaluación basada en amenazas naturales; o a través de enfoques complementarios que integren ambos elementos. Particularmente, la evaluación del riesgo climático, es un proceso flexible que analiza las intersecciones entre las tendencias climáticas, recursos naturales y condiciones socioeconómicas; así como los factores que influyen en el desarrollo de respuestas de adaptación.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), un escenario climático es una descripción coherente, internamente consistente y plausible de una posible condición futura del clima. Mediante la conjunción de escenarios de clima, aspectos socioeconómicos y ambientales es posible la generación de información que permita visualizar con mayores argumentos las condiciones hipotéticas de una situación en particular. Por ello, el desarrollo de escenarios climáticos es una pieza clave en el proceso de identificación y priorización de medidas

Given that climate risk arises from the interactions between climate and society, it can be approached in different ways: from its social aspect, through evaluation based on vulnerability; from a climatic focus, through an evaluation based on natural threats; or through complementary focuses which integrate both elements. Particularly, the evaluation of climate risk is a flexible process which analyzes the intersections between climate tendencies, natural resources and socio-economic conditions, as well as the factors which influence the development of adaptation responses.

According to IPCC (The Intergovernmental Panel for Climate Change), a climate scenario is a coherent, internally consistent and plausible description of a possible future state of the climate. Through the conjunction of climate scenarios trends socio-economic or environmental aspects, it is possible to generate information which will permit visualization of the hypothetical conditions for a particular situation. Because of this, the development of climate scenarios is a key element in the process of identifying and prioritizing adaptation measures, as well as in designing strategies for fighting climate change.

de adaptación, así como en el diseño de estrategias de lucha ante el cambio climático.

Recientemente, el Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC (FAR-IPCC) indica que el calentamiento del sistema climático es inequívoco y cada vez más evidente a través de las observaciones del incremento de la temperatura global del aire y del mar, del derretimiento del hielo y nieve, y la elevación del nivel del mar. Tan solo la temperatura superficial de la tierra promedio se ha incrementado entre 1860 y el año 2000 alrededor de 0.7° C, y solo durante el siglo XX se registró a nivel global un incremento de 0.6° C. Por ello, la década de los noventa ha sido catalogada como la más cálida del milenio, y caracterizada por la ocurrencia marcada de extremos climáticos tal como el año de mayor temperatura (1998) desde 1860.

Particularmente, los eventos extremos climáticos en la región de América Central comienzan a mostrar cambios sustanciales. La tendencia de las temperaturas extremas están cambiando en la región, así como el rango de oscilación entre éstas, siendo el calentamiento más notable durante el verano y otoño boreales. Por su parte, las lluvias anuales no han mostrado grandes cambios, aunque su ocurrencia interanual en términos de intensidad han presentado un significativo incremento,

De igual forma, la situación climática futura de la región no se vislumbra alentadora. El FAR-IPCC menciona que por los cambios observados en la variabilidad climática de las últimas décadas, es muy probable que en los próximos años pueda presentarse un aumento de eventos climáticos extremos, principalmente la frecuencia e intensidad de

Recently, The IPCC Fourth Assessment Report (FAR) indicates that Warming of the Climate System is unequivocal, as is now evident from observation of increases in global average air and ocean temperatures, widespread melting of snow and ice, and rising global average sea level. Just average surface temperature of the earth has increased between 1860 and 2000, to such a degree that during the 20th century, the increase was 0.6°C. At the global level, climatic extremes in the decade of the nineties, the warmest of the millennium, were marked by the year with the highest recorded temperatures (1998) since 1860.

Changes in extreme temperatures and precipitation were identified and analyzed in a recent study on the tendencies observed in climatic extremes in the region of Central America and northern South America. This study indicates that extreme temperatures are changing in the region, as well as the fluctuation between them, and that warming is more noticeable in the boreal summer and autumn. Increases in precipitation totals were not significant, but the intensities reveal a tendency towards significant increase<sup>1</sup>.

In another regional study, the climate change patterns in Central America were projected, estimating changes in temperature and precipitation for the northern (N) region, from Guatemala to the northern part of Costa Rica, and in the south (S), from the central portion of Costa Rica to Panama. In this study, the magnitude of the average temperature change was estimated to be slightly higher in the southern (S) region with respect to the north (N), particularly after the year 2050. A comparison of both the A2 and

1. Aguilar, E., et AL., 2005: Changes in precipitation and temperatures in Central America and Northern South America, 1961-2003.

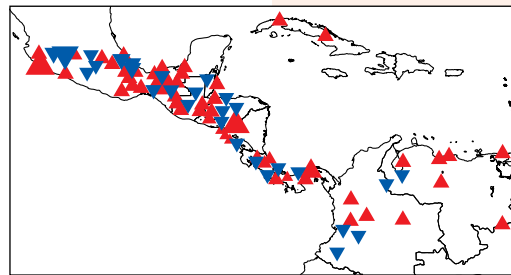


los huracanes en la cuenca del Caribe. Particularmente, hacia el 2020, el aumento de las temperaturas podría variar entre 0.4° C y 1.8° C, y hacia el 2080 entre 1.0° C y hasta 7.5° C. El tema de la precipitación resulta más complicado, dado que las proyecciones en general representan mayor incertidumbre asociada.

En el caso de la región de Centroamérica, México y Cuba (en adelante la región), los especialistas locales utilizaron tanto información cualitativa como cuantitativa en sus evaluaciones científicas para definir los escenarios climáticos y socioeconómicos.

B2 emissions scenarios reveals that between 2010 and 2050, temperature changes are slightly higher in the B2 than in the A2, with the pattern inverting noticeably between 2050 and 2100. An increase in temperature is observed which varies from 0.3°C (N and S) in the year 2010, to 1.2°C (N) and -1.3°C (S) in 2050. After 2050, the changes are more significant between the two scenarios, with a variation in 2075 from 2.2°C (N) to 2.3°C (S) in the A2 scenario, while for the B2 scenario, the fluctuation is from 1.8°C (N) to 1.9°C (S); in 2100, it varies from 3.3°C (N) to 3.4°C (S) in the A2 scenario, and from 2.3°C (N) to 2.4°C (S) in the B2 scenario.

*Tendencias de la precipitación media anual en América Central para el periodo 1961-2003. los triángulos rojos indican tendencias positivas, mientras que los triángulos azules tendencias negativas. (Tomado de Aguilar et al., 2005)*



*Tendencias de la precipitación media anual en América Central para el periodo 1961-2003. los triángulos rojos indican tendencias positivas, mientras que los triángulos azules tendencias negativas. (Tomado de Aguilar et al., 2005)*

El proyecto regional desarrolló escenarios de cambio climático y los relacionó con diversos sistemas y sectores, particularmente con los recursos hídricos. Los retos en esta etapa fueron enfocados en el desarrollo de “argumentos” del futuro para un cierto periodo de análisis (2020, 2050 y 2080) y en la realización de proyecciones acerca de cómo las condiciones climáticas y socioeconómicas cambiarán en el futuro bajo los argumentos alternos. El clima del futuro para estos periodos se obtuvo desarrollando escenarios regionales e incluso locales, mediante las llamadas técnicas de reducción de escala.

Un aspecto de gran relevancia en esta etapa del trabajo, fue que los responsables de los escenarios climáticos nacionales

In the case of the of Central America, Mexico, and Cuba region (hereafter referred to as the region), local specialists used both qualitative and quantitative information in their scientific evaluations in order to define the climate and socio-economic scenarios.

The regional project developed climate change scenarios and related them to diverse systems and sectors, particularly water resources. The challenges in this phase were focused on the development of “arguments” for certain future periods of analysis (2020, 2050 and 2080) and in the formulation of projections about how climatic and socio-economic conditions will change in the future under the alternative arguments. The



aprendieron a considerar el significado de las “incertidumbres” (por las emisiones futuras en el forzamiento radiactivo, por la sensibilidad global y por la variabilidad natural del sistema climático) en las proyecciones del clima.

Mediante la herramienta Statistical DownScaling Model (SDSM) por sus siglas en inglés los países pudieron convertir información de baja resolución espacial en información local, y con sus resultados se prepararon escenarios de riesgo futuro que sirvieron de insumos para el diseño de las estrategias de adaptación. Estos resultados se compararon con los generados por modelos numéricos de clima regional (como el PRECIS), obteniéndose resultados coherentes, lo que robustece y da mayor confianza a los resultados alcanzados. Una particularidad que el SDSM, ofrece es que provee otros productos de interés local para evaluar amenazas del clima futuro.

Para desarrollar los escenarios de cambio climático locales, se proyectaron variables climatológicas como las temperaturas extremas (máximas y mínimas) y la precipitación de las zonas pilotos seleccionadas, estableciéndose relaciones entre observaciones de gran escala y de superficie, teniendo como hipótesis o supuesto fundamental que las relaciones construidas con el clima actual se mantienen bajo condiciones futuras de cambio climático.

Los escenarios de cambio climático regional del presente estudio se construyeron a partir de las salidas de varios modelos bajo los escenarios de emisiones altas (A2) y moderadas (B2). A nivel regional y local, los datos de los modelos globales de reanálisis NCEP y de reducción de escala del

future climate for these periods was obtained by developing regional and even local scenarios through the so-called downscaling techniques.

Of great relevance at this stage countries participating in the regional project when individuals responsible for national climatic scenarios learned of the work the significance of “uncertainties” (due to future emissions in radioactive forcing, global sensitivity and the natural variability of the climate system) in climate projections.

Using the Statistical DownScaling Model (SDSM), the countries were able to convert information with low spatial resolution into local information and use the results to prepare future risk scenarios which served as input for the design of adaptation strategies. These results were compared with the ones generated by numeric models of regional climates (such as PRECIS) and similar results were obtained, which to a certain extent strengthens the results achieved. A particularity of SDSM is that it provides other products of local interest for evaluating future climatic threats.

In order to develop local climate change scenarios, extreme temperatures (maximums and minimums) and precipitation for the selected pilot zones were projected applying the SDSM, which involves relationships between large scale and surface observations, based on the fundamental hypothesis that relationships constructed under the current climate will be maintained under future conditions of climate change.

The regional climate change scenarios of the present study were constructed from the output of several models under the scenarios



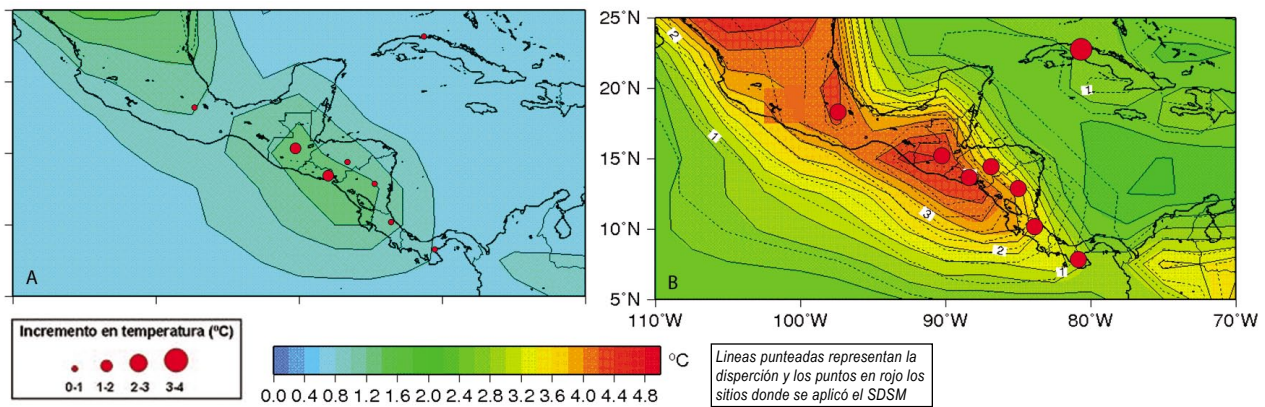
SDSM para los escenarios A2 y B2, lograron reproducir de manera aceptable los datos promedio observados de la temperatura y la precipitación, así como de algunos valores extremos.

En varios de los estudios nacionales, se hizo énfasis en las proyecciones para las próximas dos o tres décadas, sin perder de vista que las señales de cambios en el clima futuro, serían más intensas hacia finales del siglo XXI. De igual forma, se realizaron proyecciones al 2015 con la finalidad de atender compromisos como los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

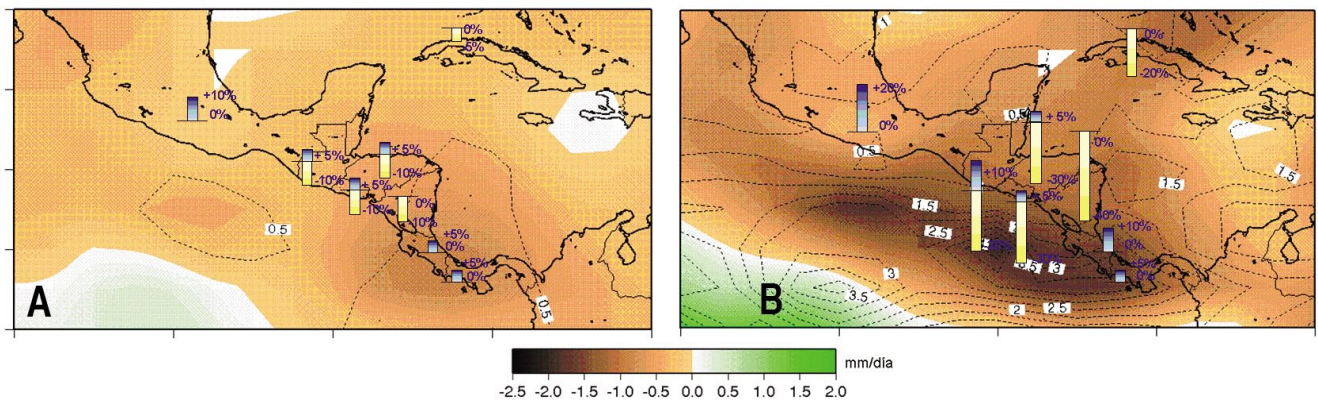
De acuerdo con la metodología utilizada, en muchos casos se usaron indicadores para expresar la vulnerabilidad tanto actual

for high emissions (A2) and moderate emissions (B2). At the regional and local level, data from NCEP global reanalysis and SDSM downscaling models for scenarios A2 and B2 acceptably reproduce the average observed data for temperature and precipitation, as well as certain extreme values.

In several of the national studies, emphasis was placed on projections for the next two or three decades, without losing sight of the fact that the signs of change in future climate would be more intense towards the end of the 21st century. Likewise, projections to 2015 were made for the purpose of attending to commitments such as the Millennium Development Goals (MDG).



Cambios futuros en el campo de la temperatura media anual del aire a diferentes horizontes de tiempo: (a) 2020; y (b) 2080.



Cambios futuros en el campo de la precipitación diaria (barra azul indica cambio positivo; barra amarilla indica cambio negativo) a diferentes horizontes de tiempo: (a) 2020; (b) 2080. Las líneas punteadas con etiqueta en forma de barras, corresponden a una medida de la dispersión entre modelos y escenarios de emisiones (incertidumbre en las proyecciones).

como futura del sistema bajo estudio. Los indicadores se ponderaron y validaron con frecuencia mediante juicios de expertos, entre quienes se encontraban actores claves de las zonas pilotos estudiadas.

## 1.5 Resultados Principales

Este documento de síntesis, presenta los resultados de un esfuerzo de investigación interdisciplinaria desarrollado dentro del marco del área de cambio climático por ocho países de la región, en donde las agencias ejecutoras nacionales, fueron predominantemente los Ministerios de Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con los Institutos o Servicios Meteorológicos Nacionales.

El propósito general inicial del proyecto regional fue desarrollar, conjuntamente con los actores locales, una estrategia de adap-

In accordance with the methodology applied, in many cases, indicators were used to express both current and future vulnerability of the system being studied. Frequently, the indicators were considered and validated through the opinion of experts, including key players from the pilot zones studied.

## 1.5 Main Results

This synthesis presents the results of an interdisciplinary research effort developed within the framework of climate change by eight countries of the region, for which the national executing agencies were predominantly the Ministries of Environment and Natural Resources, in coordination with the national meteorological institutes or services.

Países Countries	Sistemas Nacionales Priorizados Prioritized National Systems		
	I	II	III
Costa Rica	Recursos Hídricos Water Resources		
Cuba (*)	Recursos Hídricos Water Resources	Agricultura Agriculture	
El Salvador	Humanos** Humans**		
Guatemala	Recursos Hídricos Water Resources	Agricultura *** Agriculture ***	
Honduras	Recursos Hídricos Water Resources	Salud Health	Forestal Forests
México	Recursos Hídricos Water Resources	Agricultura Agriculture	Forestal Forests
Nicaragua	Recursos Hídricos Water Resources	Agricultura Agriculture	
Panamá	Recursos Hídricos Water Resources		

\* El fenómeno de la sequía vinculada a esos sistemas.

\*\* Aborda de forma integrada los sistemas sociales y naturales dentro del espacio geográfico de un territorio....

\*\*\* Específicamente en granos básicos.

\* The drought phenomenon linked to these systems.

\*\* An integral approach to the social and natural systems within the geographic space of a territory...

\*\*\* Specifically in basic grains.



tación al cambio climático sobre la base de una evaluación integrada de los factores que determinan la vulnerabilidad climática actual y bajo condiciones de riesgos futuros de cambio climático, en los sectores socioeconómicos priorizados de las áreas de estudio.

Entre los principales resultados del proyecto regional están los siguientes:

- Aprendizaje, utilización e interpretación de los aspectos teóricos y herramientas del Marco de Políticas de Adaptación;
- Innovaciones metodológicas de carácter técnico y práctico y con un alto valor de replicabilidad a nivel nacional y otros países en desarrollo, dado su enfoque comunitario y de incidencia en los sectores económicos más relevantes para el desarrollo;
- Desarrollo de un enfoque sistémico del ambiente para evaluar la vulnerabilidad del clima actual y adopción de un abordaje interdisciplinario;
- Incorporación del conocimiento empírico al teórico relevando las percepciones en torno a la vulnerabilidad local, mediante el rescate de la tradición oral y la participación activa, permanente y progresivamente protagónica de los pobladores y organizaciones locales contrapartes;
- Desarrollo de encuestas de un alto valor práctico y metodológico, así como una herramienta automatizada para su procesamiento;
- Desarrollo de escenarios de cambio climático regional que resultan de la aplicación de modelos para escenarios globales de emisiones altas (A2) y moderadas (B2), posibilitando con ello al mismo tiempo el

The general purpose of the regional project was to develop, together with local stakeholders, a climate change adaptation strategy based on an integrated evaluation of the factors which determine vulnerability under current climatic conditions and under conditions of future climate change risks in the prioritized pilot territories.

The main results of the regional project are:

- Learning, utilization and interpretation of the theoretic aspects and tools of the Adaptation Policy Framework;
- Methodological innovations of a technical and practical nature, with a high degree of replicability at the national level and in other developing nations, since their focus is at the community level and influences the most relevant economic development sectors;
- Development of a systemic approach of the environment to evaluate current climate vulnerability and adoption of an interdisciplinary approach;
- Incorporation of theoretic and empirical knowledge as well as local perceptions through the recovery of traditional knowledge and the active, permanent and progressively protagonistic participation of inhabitants and local organizational counterparts;
- Development of surveys with a high practical and methodological value, as well as an automated tool for their processing;
- Certain countries generated regional climate change scenarios (PRECIS) which were constructed from the output

desarrollo de escenarios locales de cambio climático. La comparación del resultado del uso del modelo a escala global con los obtenidos a través de la técnica de reducción de escala para los puntos de interés mostró una gran consistencia en su información;

- Entre los diferentes procesos de formación de capacidades institucionales a nivel regional, sobresale la capacitación por la cual los responsables de los escenarios climáticos nacionales, aprendieron a utilizar las técnicas estadísticas de reducción de escala, donde el resultado fundamental fue los escenarios climáticos locales de los países;
- En algunos países el uso de la técnica de construcción de escenarios mediante juicio de expertos a partir del comportamiento actual y en perspectiva de las variables económicas, sociales y climáticas, permitieron evaluar las afectaciones pre-visibles ante la posibilidad de un desastre de sequía y recomendar acciones en el presente de forma anticipada, para reducir la vulnerabilidad futura en el ámbito local;
- Involucramiento activo de los actores (incluso organizaciones) locales en las diferentes fases del proyecto regional, a través de procesos de consulta, giras de observación, entrevistas, jornadas de sensibilización sobre el tema de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático; procesos de intercambio, discusión y análisis entre otros;
- Aumento de las capacidades a nivel individual, institucional y nacional, principalmente para el grupo de actores locales;

of several models under the scenarios for high emissions (A2) and moderate emissions (B2). This output served as the basic input for local scenarios. The comparison of PRECIS with SDSM at the points of interest revealed a high level of consistency in both techniques;

- Among the different processes for promoting institutional capacities at the regional level, one which stands out is the training in which individuals responsible for national climatic scenarios learned to use the downscaling (SDSM) techniques, resulting in the development of local climatic scenarios for the countries;
- In some countries, the technique of constructing scenarios through experts, starting with current behavior and focusing on the economic, social and climatic variables, enabled the evaluation of the foreseeable effects of a possible drought event and the recommendation of anticipatory actions to be carried out in the present in order to reduce future vulnerability in the local arena;
- Involvement of local stakeholders (including organizations) in the different phases of the regional project, through the consultation processes, work field, interviews, sessions to increase awareness on the topic of vulnerability and adaptation to climate change; and the processes of exchange, discussion and analysis, among others;
- Increased capacities at the individual, institutional and national level, principally among the group of local stakeholders;
- The strengthening of capacities at the regional level, coordinated by CATHALAC, can be considered effective, as demonstrated by the fact that the countries



- El fortalecimiento de capacidades a nivel regional efectivo para que los países logran finalizar las evaluaciones e informes de las diferentes fases del proyecto; en la mayoría de los casos estos informes ya están disponibles a través de publicaciones o en las páginas web de los Ministerios de Ambiente de los países participantes;
- En algunos países como Nicaragua y Honduras, la formación de capacidades a nivel nacional potenció la elaboración de tesis a nivel de maestría, licenciatura y a nivel de grado.
- El proyecto regional logró formar una masa crítica importante de profesionales y especialistas en función de sus distintas fases: vulnerabilidad actual y futura, análisis de riesgos, escenarios climáticos y socioeconómicos, recolección y análisis de información, identificación de medidas y diseño de estrategias de adaptación;
- Se alcanzó un alto nivel de compromiso y apropiación con los actores locales de las áreas piloto estudiadas; un nivel intermedio de concienciación con los tomadores de decisiones; y en menor medida con el sector privado;
- Todos los países lograron concretar el diseño y lineamientos específicos de una estrategia de adaptación ante el cambio climático con alcances diferentes y nivel de detalles, incluyendo en algunos casos una estrategia de monitoreo y seguimiento;
- Algunos países desarrollaron acciones para darle continuidad a los resultados del proyecto regional, como gestionar el financiamiento de las estrategias locales de adaptación desarrollando “Ideas de Proyectos” ante el Fondo Especial de Cambio Climático del GEF.

were able to complete the evaluations and reports for the different phases of the project; in most cases, these reports are now available through publications or in the websites of the Ministries of Environment of the participating countries;

- In some countries within the framework of the regional project, the development of capacities stimulated the formulation of masters-level theses. In Nicaragua, for example, three theses were produced; in Honduras, several papers for undergraduate degrees were produced, among others;
- The regional project enabled the accumulation of an important critical mass of professionals and specialists in the various phases: current and future vulnerability, risk analysis, climatic and socio-economic scenarios, information collection and analysis, identification of measures and design of adaptation strategies;
- A high level of commitment and appropriation was reached by local stakeholders in the pilot areas studied, as well as an intermediate level of awareness among decision makers and a somewhat lower level among private enterprise;
- All of the countries were able to complete the design for a climate change adaptation strategy with varying degrees and levels of detail, in some cases including a strategy for monitoring and follow-up;
- Some countries developed actions to provide continuity to the results of the regional project, such as obtaining financing for local adaptation strategies by presenting “Project Ideas” to the Special Climate Change Fund of the GEF.

## 1.6 Lecciones Aprendidas

El proyecto regional de fomento de capacidades sobre Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba, cumplió con los objetivos establecidos y planteados originalmente. Una de las metas del proyecto era la de compartir las experiencias desarrolladas a través de cuatro años de trabajo, tiempo durante el cual se generó una cantidad importante de lecciones aprendidas para estimular sinergias entre diversos esfuerzos (convenciones, comunidad de conocimientos sobre gestión de riesgos) vinculados con la adaptación al cambio climático, y sobre todo que estos resultados regionales puedan ser replicados en otras regiones del mundo.

Entre las principales lecciones aprendidas al realizar esta investigación novedosa y de magnitud regional, se encuentran los siguientes aspectos, extraídos de las experiencias de cada país a través de “aprender haciendo” y “haciendo aprendiendo” que contribuyeron a la formación de capacidades, a la innovación y al buen desempeño del proyecto regional.

### 1.6.1 Regionales

- El marco regional establecido en este proyecto piloto representó una excelente oportunidad para desarrollar el tema de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático desde una perspectiva global e integradora para la región de Centroamérica, México y Cuba;
- Los intercambios regionales tales como los procesos de formación de capacidades en materia de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, deben mejorar cualitativamente para mostrar no solo los éxitos y los avances, sino para que se constituyan como un proceso de aprendizaje sobre el

## 1.6 Lessons Learned

The Regional Project Capacity Building on Adaptation to Climate Change in Central America, Mexico and Cuba complied with the objectives that were originally proposed and established. One of the goals of the project was to share the experiences developed over four years of work, during which time a considerable number of lessons were generated to promote synergies among various efforts (agreements, community risk management initiatives) related to climate change adaptation; most importantly, these regional results can be replicated in other regions of the world.

Among the main lessons learned in carrying out this novel research of regional magnitude are the following aspects, which were extracted from the experiences of each country and contributed to the development of capacities, to “learning by doing”, to innovation and, thus, to the effective performance of the regional project.

### 1.6.1 Regional

- The regional project represented an excellent opportunity to develop the topic of vulnerability and adaptation from a global and integrative perspective;
- The regional exchanges, as capacity-building processes, must improve qualitatively in the sense that they must serve not only to exhibit successes and progress; their fundamental objective must be to promote a learning process based on the “learning by doing” principle and, specially, on the errors and difficulties encountered, in order for these experiences to generate best practices



principio de “aprender haciendo” y especialmente de los errores y dificultades encontrados. Con ello, las experiencias a obtener servirán para generar buenas prácticas y puedan ser replicadas en otras regiones del mundo;

- La complejidad del trabajo técnico y compromisos realizados durante las distintas fases del proyecto regional, exigen el fortalecimiento institucional e individual de los recursos humanos, así como la asignación de presupuesto adicional en algunas Oficinas Nacionales de Cambio Climático;
- La mayoría de los países requieren de inversión para el mejoramiento de la generación, recolección y sistematización de la información hidrometeorológica, con el propósito de mejorar los análisis integrados de la amenaza y riesgos climáticos futuros, así como para garantizar la sostenibilidad de la generación de nuevos escenarios climáticos;
- La marginalidad del tema ambiental en el ámbito político en algunos países, aunado a la inestabilidad laboral de los equipos técnicos de trabajo, requiere de mayor voluntad política para lograr una sostenibilidad y fortalecimiento institucional efectivos;
- Existen pocos especialistas que en la actualidad traduzcan información de cambio climático en información para diseño de políticas de adaptación;
- El trabajo desarrollado en materia de conocimiento de la vulnerabilidad actual y futura, ha llevado a los actores claves de los territorios estudiados, a considerar el cambio climático y plantearse la necesidad de reducción de su vulnerabilidad, a través de la adaptación;
- Los insumos y condiciones para desarrollar e implementar algunas medidas de adaptación no son siempre se cumplen,

and be replicated in other regions of the world;

- The complexity of the technical work carried out during the different phases of the project requires the strengthening of technical personnel and the disbursement of additional funds in some National Climate Change Departments;
- Most of the countries require investments in order to improve the generation, collection and systematization of hydrometeorologic information, with the goal of improving the integrated analyses of future climate threats and risks, as well as guaranteeing sustainability in the generation of new climatic scenarios;
- The marginality of the environmental topic in the political arena of some countries, together with job instability among technical work teams, requires greater political resolve;
- There are few specialists who are currently able to translate information on climate change into information for the design of adaptation policies;
- The work developed around the knowledge of current and future vulnerability has led key players of the territories studied to consider climate change and the need to reduce vulnerability through adaptation;
- The input for development of adaptation measures is not always easy to obtain, even though, in theory, certain more-developed countries of the region have access to sufficient information;
- After completion of the project, divulgation of the results must be continued and expanded, in order to replicate this experience in other territories of the region.



a pesar de que se disponga de suficiente información;

- Más allá del horizonte de tiempo del proyecto, se requiere continuar y ampliar la divulgación de los resultados obtenidos, a fin de replicar esta experiencia o aportar en nuevas iniciativas similares en otros territorios de los países de la región.

### 1.6.2 Nacionales

- Se establecieron las condiciones para el desarrollo de un abordaje metodológico apropiado a las distintas situaciones nacionales (enfoque sistémico del ambiente), con transparencia y espacios de participación para los actores locales;
- El trabajo en equipo de carácter interdisciplinario, generó capacidades nacionales para desarrollar evaluaciones y estrategias integradas, que incluyen las interacciones y acoplamientos entre los sistemas sociales y naturales;
- El rescate e incorporación del conocimiento local sobre la historia y tendencias actuales de los procesos naturales y sociales así como en los análisis y proyecciones futuras, enriqueciendo y complementando el conocimiento técnico y las propuestas de adaptación logradas;
- La capacitación de los actores de las instituciones, el gobierno y la población en todas las etapas del proyecto, facilitó la disseminación de resultados;
- A mayor conocimiento de los distintos actores sobre el problema del cambio climático y sus impactos en los sistemas humanos, una de las opciones con mayor factibilidad de seguir es la adaptación;
- Estudiar la sequía de manera interdisciplinaria e interinstitucional apoyándose en el uso de modernas herramientas como los

### 1.6.2 National

- Development of a methodological approach appropriate for national conditions (a systemic view approach to environment), with transparency and opportunities for participation by local players;
- Interdisciplinary teamwork generated national capacities for the development of integrated evaluations and strategies, which include the interactions and couplings among social and natural systems;
- The recovery and incorporation of local knowledge on the history and current tendencies of natural and social processes, into analyses and future projections, enriched and completed the technical knowledge and adaptation proposals;
- The training of players from institutions, government and the community in all phases of the project facilitated the introduction of results;
- The greater the understanding of climate change and its impact on systems, the better the adaptation platform;
- The interdisciplinary and interinstitutional study of drought and use of Geographic Information Systems enable spatial comprehension of impact, vulnerability and adaptation measures;
- The occurrence of an extreme drought process in Cuba during project execution facilitated the organization of the response strategy by territories, resources and key sectors;
- By systematizing information and pursuing sustainability of the process over time, follow-up of current vulnerability



Sistemas de Información Geográfica, facilita la comprensión espacial del problema, su impacto, vulnerabilidad y medidas de adaptación;

- La ocurrencia y urgencia de atender eventos extremos del tiempo y clima, al mismo tiempo que se ejecutan proyectos de esta naturaleza permiten detonar mecanismos organizacionales con relativa facilidad. Particularmente, una situación de sequía extrema en Cuba durante la ejecución del proyecto facilitó la organización de la estrategia de respuesta por territorios, recursos y sectores claves;
- Sistematizar la información y buscar la sostenibilidad del proceso más allá del tiempo de ejecución de proyectos, son mecanismos alternos y viables que facilitan el seguimiento a los indicadores de vulnerabilidad actual y su proyección futura;
- La participación ciudadana es el punto central para elevar el nivel de conciencia alrededor del tema de la adaptación al cambio climático;
- El tema del cambio climático, es una oportunidad para reducir la brecha entre los resultados científicos y la toma de decisiones políticas en materia de medio ambiente, pobreza, gestión de riesgos y desarrollo en general. También, llama la atención hacia la organización comunitaria como una estrategia efectiva para aprovechar la oportunidad que brinda la adaptación al desarrollo;
- La disseminación constante de los avances en los resultados (folletos, material didáctico), da mejores beneficios que esperar hasta el final del proyecto para su difusión;
- En algunos países, las medidas de adaptación ya implementadas para la reducción

indicators and their future projection are made possible;

- Public participation is the main key to increased awareness on the topic of adaptation to climate change;
- The topic of climate change presents an opportunity to reduce the gap between scientific results and political decision-making. It also facilitates communal organization, which can help in utilizing development opportunities;
- The constant divulgation of results (brochures, educational material) provides greater benefits than waiting until the project is completed;
- In some countries, adaptation measures which had already been implemented for the reduction of vulnerability in the sectors under study have been abandoned for lack of ongoing technical support;
- The process of strengthening national capacities for the development of adaptation strategies, policies and measures must be continued, in order to reduce current and future vulnerability;
- Institutional arrangements at the local level (civil society, universities, NGOs, producers, associations) must be strengthened for the future implementation of National Strategies for Adaptation to climate change.

de la vulnerabilidad en los sectores bajo estudio, han terminado por abandonarse por falta de apoyo técnico continuo;

- Se debe continuar con el proceso de fortalecimiento de las capacidades nacionales para desarrollar estrategias, políticas y medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad actual y futura;
- Fortalecer los arreglos institucionales a nivel local (sociedad civil, universidades, ONG's, asociaciones de productores) es de gran relevancia para la futura implementación de las Estrategias Nacionales de Adaptación al Cambio Climático.

## 1.7 Conclusiones

Una política de adaptación al cambio climático eficiente, responde a una gran variedad de circunstancias económicas, sociales políticas y ambientales, por ello, el proceso de adaptación debe incluir a todas las partes interesadas. En todo caso, se requiere un marco de referencia común en cuanto a conceptos que sean suficientemente flexibles a la hora de diseñar las políticas de adaptación y reducción de vulnerabilidad.

Existieron retos que aún deberán ser enfrentados para poder seguir los pasos anteriormente sugeridos al momento de evaluar impactos y adaptación al cambio climático. Por ejemplo, la trasmisión y manejo de información respecto a la existencia de límites de confianza en los escenarios climáticos y la comprensión del significado de incertidumbres para las futuras condiciones socioeconómicas. Puesto que los escenarios son situaciones plausibles con horizontes de tiempo en el mediano y largo plazo, existen pocas probabilidades de atraer el interés de los políticos, más aún cuando los asuntos más preocupantes y que ejercen mayor presión en los países en desarrollo como nuestra región

## 1.7 Conclusions

An efficient adaptation policy must respond to a wide variety of economic, social, political and environmental circumstances; the adaptation process must therefore include the parties affected. A common reference framework with regard to concepts is required, with sufficient flexibility when designing policies for adaptation and reduction of vulnerability.

There were challenges which needed to be confronted in order to follow the previously suggested steps at the time of evaluating climate change impacts and adaptation, such as limited confidence in the climate scenarios and understanding the relevance of uncertainties with regard to future socio-economic conditions. Since these scenarios are just plausible futures, few opportunities exist to attract the interest of politicians in developing countries that are more concerned about other problems and issues which exert greater pressure, such as economic growth, sustainable development and productivity. For some decision-makers, climate change is not presented as an immediate threat. Nevertheless, long term changes must be taken into account when considering investments. Within this framework, efforts were made to involve decision-makers in the process of generating adaptation capacities.

The area of the project that received the most attention was the water sector, perhaps because this resource is unquestionably one of the region's greatest assets. Its shortage under climate change poses negative effects for other sectors, such as agriculture, forests, health, communications, among others.



son el crecimiento económico, el desarrollo sostenible y el de la productividad. Entre algunos tomadores de decisiones, el cambio climático no se presenta como una amenaza inmediata. Sin embargo, se destaca que los cambios a largo plazo como los que presenta el cambio climático y sus consecuencias, han de ser tomados en consideración al momento de generar estrategias o planes de acción nacionales de carácter multisectorial y que estén acorde a los planes de desarrollo nacional. Siguiendo esa línea, se trabajó para conseguir la participación de tomadores de decisiones en el proceso de generación de capacidades para la adaptación.

El sector al que más atención se le prestó en el proyecto fue el hídrico, quizá porque dicho recurso es sin duda uno de los grandes activos de la región. Sus condiciones en términos de déficit bajo cambio climático plantean afectaciones negativas para otros sectores, como el agrícola, el forestal, el de la salud, el de las comunicaciones, entre otros.

### 1.7.1 Vulnerabilidad actual

En la región, existe una serie de barreras que condicionan las acciones de los países para hacerle frente al reto de reducir la vulnerabilidad de los sistemas priorizados ante la variabilidad y los eventos extremos asociados al cambio climático. Respecto a los aspectos no – climáticos, los factores comunes para la región que se destacan son: la falta de dinamismo de las economías locales de las áreas piloto estudiadas, que se caracterizan por tener poco capital financiero; infraestructura física o equipamientos deficientes en apoyo a las inversiones productivas y a las actividades económicas en general; y la existencia de un desacoplamiento estructural entre los sistemas naturales y humanos que contribuye a una vulnerabilidad ambiental alta, y manifestándose como una mala adaptación

### 1.7.1 Current Vulnerability

In the region, a series of barriers exist which conditions the actions taken by the countries to confront the challenge of reducing the vulnerability of prioritized systems to the variability and extreme events associated with climate change. Regarding to non-climatic aspects, a common factor for the region is the lack of vitality of local economies such as those found in the pilot areas studied, which are characterized as having little financial capital and deficient physical infrastructure and equipment to support productive investments and economic activities in general.

A structural disjunction exists between natural and human systems, manifested by poor adaptation and low flexibility, which contributes to high environmental vulnerability.

For the water resources system, in particular, current vulnerability and risk revolve mainly around the water availability, quantity and quality needed for consumption and domestic use as well as for agricultural activities. The lack of forests which act as buffers to flood incidents should also be pointed out. In addition, most of the aquifers are overexploited, because of the high inefficiency in the use of water irrigation. Another common factor that increases the vulnerability of the water resource is the ingovernability created when the existing judicial framework (laws, regulations and norms) is not applied.

Greater vulnerability of the forest system is linked to factors such as: high levels of deforestation associated, in some cases, with the growing of the agricultural frontier;

Particularmente en el sistema de recursos hídricos, la vulnerabilidad y el riesgo actual giran principalmente en torno al grado de disponibilidad, calidad y cantidad de agua para el consumo y uso familiar, así como para las actividades agropecuarias. También, es de destacar la carencia de bosques que amortigüen la incidencia de las inundaciones. Adicionalmente, gran parte de los acuíferos están sobreexplotados, particularmente por una alta ineficiencia en el uso del agua para riego en el sector agrícola. Otro factor común que incrementa la vulnerabilidad del recurso agua es la ingobernabilidad, cuando no existe o no se aplica el marco jurídico existente (leyes, reglamentos y normas).

La mayor vulnerabilidad del sistema forestal está vinculada a factores tales como: altas tasas de deforestación relacionadas en algunos casos al avance de la frontera agrícola; la ganadería y las actividades de pastoreo, los incendios forestales asociados a condiciones de sequías extremas y los impactos por vientos intensos producidos por huracanes.

Las evaluaciones realizadas por los países confirman el hecho de que en las áreas pilotos estudiadas aún quedan fortalezas, las cuales deben ser aprovechadas y muy probablemente consideradas para otros sitios con las mismas similitudes que permitan hacer frente a los impactos adversos de la variabilidad climática y el cambio climático a mediano y largo plazo. Entre éstas se pueden mencionar: (a) el interés y el compromiso de los pobladores locales por la conservación y el manejo sostenible de las áreas naturales existentes; (b) los niveles de organización en la producción familiar, lo cual incrementa la diversificación de los medios de vidas; (c) la dependencia de la economía familiar en la actividad agrícola; y (d) la necesidad de que los pequeños productores sean dueños de sus propias parcelas.

cattle farming and pasturing activities; forest fires associated with conditions of extreme drought; and the impacts of hurricane-strength winds.

The evaluations made by the countries confirm the fact that in the pilot areas studied, certain strengths remain which must be utilized and quite probably considered for other areas with similar characteristics, that allow dealing with the adverse impacts of climate variability and climate change in the long term. Among these strengths, we can mention: (a) the interest and commitment of local inhabitants to the conservation and sustainable management of existing natural areas; (b) the level of organization in family production, which increases the diversification of livelihoods; (c) the fact that the family economy is less dependent on agricultural activity and (d) that small producers own their own lands.

### 1.7.2 Future Vulnerability

According to the results obtained from the local climatic scenarios using the DownScaling (SDSM) technique, the variables to be considered under A2 and B2 scenarios are:

#### a. Precipitation

- At the regional level, the tendency is for annual precipitation totals to decrease for both scenarios, with the exception of Mexico and Panama, which reported increases or very little variation. In Mexico, a marked increase (60-70%) in summer rains (June-August) is expected under A2 (2080); and 30 to 40% in B2. In Panama, both scenarios project an increase (from 30 to 70%) in monthly precipitation for



### 1.7.2 Vulnerabilidad futura

De acuerdo con los resultados obtenidos de los escenarios climáticos para los sitios de estudio, las variables a considerar bajo escenarios A2 y B2 son:

#### a. Precipitación

- A nivel regional, la tendencia indica que la precipitación total anual disminuye para ambos escenarios, a excepción de México y Panamá que presentan incrementos o incluso muy poca variación. De forma particular, para México, se vislumbra un incremento marcado (60-70%) de las lluvias de verano (junio – agosto) bajo A2 hacia el 2080; y bajo B2 de entre un 30 a 40%. En Panamá ambos escenarios indican incrementos (de 30 a 70%) en las precipitaciones mensuales de enero, abril y mayo; y en menor medida bajo B2. En Nicaragua, bajo el escenario A2 hacia el 2020, podrían presentarse incrementos en junio y julio de alrededor de 15% en promedio, y una reducción en agosto y septiembre del 24% respecto a su media mensual. En Guatemala, específicamente en la región de la cuenca San José bajo los dos escenarios (A2 y B2) la precipitación tiende a aumentar de mayo a junio y a disminuir en julio y septiembre;
- En cuanto a eventos de lluvias diarias mayores a 40 mm, estos disminuyen ligeramente en El Salvador para el 2020 y 2080. A nivel mensual, ese número disminuye hasta más del 10% para junio (A2 y B2) en 2080. En Panamá, la tendencia es que el número de estos eventos disminuya hasta la mitad respecto a lo normal, bajo un escenario A2.

#### b. Temperatura

A nivel de la región, la señal de incremento de la temperatura del aire (máximas,

January, April and May; but less in B2. In Nicaragua, for the A2 scenario (2020), an average increase of 15% could occur in June and July, while a 24% reduction could occur in August and September with respect to the monthly average. In the San Jose watershed of Guatemala, under both scenarios, the tendency is for an increase from May to June and a decrease in July and September;

- With regard to daily precipitation events greater than 40 mm, these decrease slightly in El Salvador for 2020 and 2085. On a monthly basis, this number decreases by more than 10% for June (A2 and B2) in 2085. In Panama, the tendency is for the number of events to decrease by as much as half, with respect to normal amounts, in A2.

#### b. Temperature

- At the regional level of the region, the sign of air temperature increase (maximums, averages and minimum) is congruent with certain particularities at the local level;
- The absolute maximum temperature could increase in both scenarios (A2, B2) between 0.8 and 1 .5° C in Tlaxcala, Mexico, during the months from March to May (2020); and in the rest of the countries between 1 and 3° C in April and May. In El Salvador and Nicaragua, the occurrence of maximums would be displaced, from April to May;
- In most of the countries events of absolute maximum temperatures above 38° C would be significantly surpassed. For El Salvador and Nicaragua, these events could occur during any of the rainy season months, especially in June and September

medias y mínimas) es congruente con algunas particularidades de escala local.

- La temperatura máxima absoluta podría incrementarse en ambos escenarios (A2, B2) entre un 0.8 y un 1.5° C, particularmente en Tlaxcala, México, durante los meses de marzo a mayo hacia el 2020; y en el resto de la región entre 1 y 3° C en abril y mayo. Bajo escenarios de cambio climático y acorde a las investigaciones más recientes, los cambios en el clima podrían influir en un desfase de los periodos climáticos. Tal es el caso de el Salvador y Nicaragua, donde la ocurrencia de las temperaturas máximas podría desplazarse de abril al mes de mayo;
- Específicamente, los eventos de temperaturas máximas absolutas superiores a 38° C serían rebasados en la mayoría de los países, hacia el 2020. En el caso de El Salvador y Nicaragua, estos eventos podrían ocurrir en cualquiera de los meses de la época lluviosa, sobre todo entre los periodos de junio a septiembre y de agosto a septiembre, respectivamente.
- La señal de cambio y sus valores en la temperatura mínima son menos homogénea en la región que la presentada en la temperatura máxima. Sin embargo, están en concordancia con lo establecido en el FAR del IPCC.
- Regionalmente, los incrementos más pequeños en la temperatura mínima ocurrirían en Panamá a razón de 0.5 a 0.8° C hacia el horizonte de 2080, mientras que para el caso de México, se vislumbra un cambio de alrededor de 1.0° C bajo ambos escenarios en el mismo horizonte de tiempo. Para Centroamérica, los incrementos serían mayores pudiendo presentarse aumentos de hasta 1.8° C en abril hacia el 2020 en El Salvador, e incluso de hasta 2.3° C hacia el 2080. Cabe señalar que la señal de cambio bajo escenarios

(2020) in El Salvador; and in August and September for Nicaragua;

- The minimum temperature sign is less homogenous that of the maximum. At the regional level, the smallest increments would occur in Panama, from 0.5 to 0.8° C (2080); and in Mexico, 1.0° C for both scenarios in 2080. In region Central America, the increments would be relatively greater; in El Salvador they could increase 1.8° C in April (2020) and 2.3° C in 2085. In Nicaragua the results are different: the minimums increase by 1.2° C from May to September in A2 (2020), and decrease by 1.2° C from June to October in B2;
- As one of the positive aspects from the climate change scenarios is the benefit that the agricultural producers of Tlaxcala, Mexico, could experience with a 20% decrease in the occurrence of temperatures of 5° C, representing a reduction in frosts. It is also expected that soil humidity could increase by 60% during the rainy season.

Regarding to evaluation of future vulnerability of pryorized system, the main findings of the countries of the region were:

- Climate threat displays progressive, ascending behavior. The expression of risk in 2010 and 2015 follows the tendency of the vulnerability component. After 2015, the threat of climatic variability begins to be the principle driving force behind the risk of an increased tendency to greater extreme events;
- The population increase in the region could cause imbalances in the supply of drinking water, which would be worsened even more by climate



no siempre es la misma, resultado interesante su análisis e interpretación. Para el caso de Nicaragua, los valores de la temperatura mínima se incrementarían en 1.2° C de mayo a septiembre bajo A2, mientras que disminuirían en 1.2° C de junio a octubre bajo el B2.

- Uno de los aspectos positivos de las proyecciones de los escenarios de cambio climático, es el beneficio que los productores agrícolas de Tlaxcala, México podrían experimentar al disminuir en 20% la ocurrencia de temperaturas de 5° C que inciden en la reducción de las heladas. También, se espera que la humedad del suelo pudiera aumentar en 60% durante la época lluviosa.

En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad futura de los sistemas priorizados, los principales hallazgos de los países de la región son:

- Los eventos del clima vistos como amenazas mantendrán un comportamiento progresivo ascendente, por lo que hacia el 2010 y 2015 seguirá aumentando tanto el riesgo como la vulnerabilidad. Se vislumbra que hacia horizontes de tiempo mayor al 2015, la amenaza por variabilidad climática comience a ser la principal fuerza impulsora del riesgo e incrementar aún más la vulnerabilidad por mayores eventos extremos;
- El incremento de la población de la región, podría originar desequilibrios en la oferta y demanda de agua potable, situación que tiende a agravarse aún más al asociarlo a los cambios de clima. Lo anterior repercutirá en la población en general, pero particularmente en adultos mayores, niños, pequeños productores, población rural, quienes son en general y para cada país, los más vulnerables;

change, with repercussions for the most vulnerable groups in each country (older adults, children, small producers, rural populations, mainly);

- The inadequate utilization of natural resources, increases the vulnerability of populations caused by a greater risk of water borne diseases due to the consumption of contaminated water;
- The adult population living in conditions of poverty and with health problems tend to be the most vulnerable social group; attending them represents a high economic cost, principally in the zones where the temperature will increase and the water supply will decrease;
- The projection for 2015 for gastrointestinal diseases, those spread by vectoral transmission (malaria, dengue and leishmaniasis) and respiratory illnesses (asthma, bronchopneumonia and tonsillitis) indicates that these could increase between 10 and 23% due to changes in the temporal distribution of precipitation and increase in surface air temperature, particularly in certain Caribbean zones of Central American;
- The indexes for malnutrition in school-aged children will increase for 2015;
- New drought events and/or their permanence will influence the decrease in surface and ground water in the most vulnerable zones of the region;
- In some countries, the natural surroundings are the most important determinant of increased future vulnerability, since they diminish the capacity for adaptation due to worsening environmental deterioration and the absence of land use planing. These



- El aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales, incrementará la vulnerabilidad de la población, generando un alto riesgo de enfermedades de origen hídrico por el consumo de agua contaminada;
  - La población adulta bajo condiciones de pobreza y problemas de salud tenderá a ser el grupo social más vulnerable, representando un alto costo económico su atención, principalmente en las zonas donde los cambios en la temperatura aumentarán y la oferta hídrica disminuirá;
  - En algunas regiones del Caribe de Centroamérica, las proyecciones hacia el 2015 de enfermedades gastrointestinales de transmisión vectorial (malaria, dengue y leishmaniasis, principalmente), y las respiratorias (Asma, Bronconeumonía y Amigdalitis) podrían incrementarse entre el 10 y 23%, vinculadas principalmente a los cambios en la distribución temporal de la precipitación e incremento de las temperaturas del aire en superficie;
  - Los índices de desnutrición escolar se incrementarán para el año 2015;
  - Los nuevos eventos de sequía y su extensión temporal, incidirán en la disminución de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las zonas más vulnerables en la región;
  - En algunos países, la profundización de la dinámica del deterioro ambiental y la ausencia de un ordenamiento territorial adecuado son los que más contribuyen al incremento de la vulnerabilidad futura del entorno natural, reduciendo su capacidad de adaptación. Dichos procesos afectarían el desempeño de las funciones ambientales esenciales y de aquéllas que dan soporte a la actividad humana. La poca elasticidad del sistema para encaminarse hacia la adaptación aumentaría la vulnerabilidad hacia el 2015, principalmente
- processes would affect the performance of essential environmental functions and those which support human activity and life. Low values for future flexibility would increase vulnerability for 2015, probably due to the low capacity of control of the processes of environmental deterioration;
- The efforts and interest of local stakeholders, incorporated into local development plans, is a key factor for reducing the future vulnerability of communities;
  - The vulnerability of productive systems due to inadequate soil use and dependency on traditional crops are factors which make it difficult for the population to satisfy its nutritional needs, contributing to the deterioration of its standard of living;
  - In some countries, in the pessimistic scenario it is probable that corn production could decrease in a significant way due to higher temperatures and decreased precipitation. In the case of bean production, the results would be more drastic, especially for medium- and subsistence-level producers;
  - In the forest sector, it is probable that climate conditions will tend to worsen dryness during the summer months, with an increase in potential conditions for forest fires for 2015 which will be even more dramatic by 2050. With regard to pine infections ("bark weevil" outbreaks), in the pessimistic scenario for the year 2015, some municipalities of Honduras, presents the greatest number of outbreaks. Likewise, near the Honduran border of Nicaragua, it is highly probably that the areas affected by this plague will increase;



mente por la baja capacidad de control en los procesos de deterioro ambiental;

- El esfuerzo e interés de los actores locales incorporados en los planes de desarrollo local, es un factor clave para reducir la vulnerabilidad futura de sus comunidades;
- El inadecuado uso del suelo y la dependencia de técnicas ineficientes para cultivos tradicionales, incide en que los pequeños productores no logren la autosuficiencia, contribuyendo tanto al deterioro del recurso como a la disminución de su calidad de vida;
- En algunos países y bajo un escenario pesimista de aumento de temperaturas y disminución de las precipitaciones en general, hacia el 2020, la producción de maíz podría disminuir de manera significativa, y más agravado aún en el caso de la producción de frijol. Lo anterior, podría poner en riesgo la seguridad alimentaria y en situación de mayor vulnerabilidad a los productores medianos y de subsistencia;
- En el sector forestal, las condiciones climáticas hacia el 2015 tenderán a incrementar la sequedad en épocas de verano, pudiendo generar mayores condiciones para incendios, agravándose aun más hacia el 2050. Particularmente, las plagas del Pino (brotes de “gorgojo descortezador”) en algunos municipios de Honduras hacia el 2015 podrían presentar mayor número de brotes e incrementar su área de afectación, específicamente hacia la zona fronteriza entre Nicaragua y Honduras.
- En algunos países de la región, la mayor amenaza en el sector agricultura será la disminución de la humedad en los suelos, pudiendo generarse condiciones para el desarrollo de eventos de sequía agrícola agravadas por la variabilidad climática interanual;

- The greatest threat to regional agriculture would be the decrease in soil humidity, which could translate into agricultural drought and the occurrence of extreme meteorological events;
- In accordance with the climate and socio-economic scenarios, the combination of adverse conditions could cause future agricultural activities to be less promising for the region, especially in those countries where current conditions are already difficult. Under the scenarios, climate change, agricultural activity would have to rely on highly efficient irrigation systems in order to continue to be an employment option for the population;
- The decrease in total annual precipitation (10-20%) and in monthly totals during the midsummer period (July-August), together with the increase in irrigation areas and population, as well as the number of industries and the allotment of water per inhabitant, will probably lower groundwater levels, with the resulting pumping problems. In some countries, starting in 2010, there will be a shortage of water with respect to its availability through the existing infrastructure. The vulnerability of rural communities and especially of small producers will increase.

### 1.7.3 Adaptation strategies and measures

With the exception of Mexico and Costa Rica, all of the countries of the region efforts to generate adaptation strategies are local in nature, to be promoted and executed in the selected pilot territories from the results of the evaluations developed for this purpose,

- Bajo escenarios climáticos y aspectos socioeconómicos, la combinación de condiciones podrían agravar aún más las condiciones adversas actuales presentadas en la agricultura de algunos países de la región. Por ello, la atención de este rubro exigirá la aplicación de esquemas , estrategias de desarrollo y subsistencia para toda la población que depende de este sector como su área laboral.
- La reducción de la precipitación total anual (10-20%), particularmente en el periodo canicular (julio – agosto) en combinación con factores como: el aumento de las áreas de riego, el incremento de la población, el crecimiento de la demanda del recurso para uso industrial y el consumo humano, podrían reducir significativamente el nivel del agua de los acuíferos.. En algunos países, hoy en la actualidad y hacia el 2015 podrían sufrir una escasez de agua en cuanto a su disponibilidad desde la infraestructura existente. Lo anterior incrementaría la vulnerabilidad de las comunidades rurales más pobres y en particular de los pequeños productores.

### 1.7.3 Estrategias y medidas de adaptación

Con excepción de México y Costa Rica, los países participantes en este proyecto regional realizaron esfuerzos sobre la generación de las estrategias de adaptación de carácter local para ser promovidas y ejecutadas en los territorios piloto seleccionados .

Las estrategias de adaptación, proponen cómo incidir en las diversas problemáticas encontradas, con alternativas de solución que promuevan el manejo integral y estructural de los ecosistemas, el uso sostenible de los recursos naturales, la participación de los distintos actores (organismos, gobiernos locales e instituciones) y la promoción del

relating to climatic vulnerability, climatic and socio-economic scenarios and the environmental and social challenges faced by the territories.

These adaptation strategies propose ways to deal with the problems encountered, through alternative solutions by means of adaptation measures, which in turn promote the integral and structural management of ecosystems and the sustainable use of natural resources, when integrating the participation of players, organisms, local governments and institutions in order to promote the development of economic systems (agriculture, forests and others) as well as reduce degradation and contamination of ecosystems, especially the water resource.

At the regional level, the prioritized adaptation measures varied, however the predominant ones were of the anticipatory and reactive type with respect to the time scale and funds available for their implementation (public, private or mixed), for the integral management of the selected territories, with the involvement of all players at the different levels in promoting reforestation, soil conservation, diversification of crops on the part of producers, promotion of agro businesses and sustainable use of water, forest and soil resources for the integral management of local natural resources, in order to apply best agricultural practices in combination with environmental education, citizen awareness and the promotion or strengthening of territorial ordering, as well as to reduce extensive practices, among others.

Measures were also generated which could be implemented by rural families



desarrollo de los sistemas de una manera más eficiente y adecuada.

A nivel de la región, las medidas de adaptación priorizadas fueron de diferentes tipos, predominando las de carácter preventivo y reactivo dadas la escalas de tiempo y principalmente los fondos disponibles para su implementación (públicos, privados o mixtos). Para manejar integralmente los territorios seleccionados y lograr el involucramiento de todos los actores a diferentes niveles las medidas se orientan hacia el fomento de la reforestación, la conservación del suelo, la diversificación de cultivos por parte de los productores e impulsar los agro negocios, así como la promoción del uso racionalizado de recurso hídrico, forestal y suelos como parte de una gestión integral de los recursos naturales. También consideran la educación ambiental, la sensibilización ciudadana e impulso o establecimiento de un ordenamiento territorial, así como una reducción de las prácticas extensivas, entre otras.

También se generaron medidas de adaptación que podrán ser implementadas por las localidades rurales y las organizaciones locales, que trabajan dentro del territorio. Además se identificaron mecanismos de incidencia, los cuales deberían ser incorporadas en las políticas y acciones de las entidades gubernamentales municipales o centrales, como parte de sus atribuciones legales y responsabilidades institucionales.

Los países identificaron y consultaron a nivel local los objetivos de sus respectivas estrategias de adaptación, incluso en un caso se llegó al nivel de identificar la misión y visión de la estrategia. Sin embargo, el elemento común de los ocho países, es el fortalecimiento de las capacidades locales para adaptarse al cambio climático.

Los países que identificaron y priorizaron medidas de adaptación referidas al sis-

and local organizations working within the territory, and influential measures which could be incorporated into the policies and actions of municipal or central government entities as part of their legal attributes and institutional responsibilities.

The countries identified and consulted together on their respective adaptation strategies at the local level. In one case, a strategy Mission and Vision was even able to be identified. However, the common element for the eight strategies is the strengthening of local capacities for adaptation to climate change.

The countries which identified and prioritized adaptation measures with regard to water resources are converging towards integrated management of these in order to confront the adverse impacts of climate change. Likewise, a large quantity of adaptation actions were identified which are already being executed and which must be continued, together with the new measures.

A general problem in the watersheds studied is poor soil yield resulting from poor agricultural practices and reflected by high production costs. Through the Adaptation Strategies, the countries prioritized measures for improving soil productivity and reducing the impacts of drought and other important environmental problems such as the high use of pesticides and the overworking and overexploitation of soils and aquifers for irrigation. This strategy will help increase the area of vegetable cover, decrease deterioration of soil by wind and water erosion, increase sustainability of aquifers and improve production, with the goal of elevating the standard of living of the

tema de recursos hídricos, convergen hacia la gestión integrada de éstos, con la finalidad de enfrentar los impactos adversos del cambio climático. Asimismo, se identificó una buena cantidad de acciones de adaptación que ya están en ejecución, y que deben ser retomadas junto con las nuevas medidas.

Un problema generalizado en las cuencas estudiadas, es el bajo rendimiento de los suelos, como resultado de las malas prácticas agrícolas, lo cual se refleja en los altos costos de producción. Por lo tanto, a través de las Estrategias de Adaptación, los países priorizaron medidas para mejorar la productividad de los suelos, y reducir los impactos de la sequía y otros problemas ambientales importantes, como el alto uso de plaguicidas, excesivo laboreo y sobreexplotación de los suelos y de los acuíferos para el riego de los cultivos. Dichas estrategias ayudarán a incrementar el área de cobertura vegetal, disminuir el deterioro del suelo por erosión eólica e hídrica, incrementar la sostenibilidad de los acuíferos y mejorar la producción para elevar el nivel de vida de la población y contribuir al desarrollo sostenible de los territorios estudiados

Para garantizar la efectividad y la eficiencia en la futura implementación de las estrategias locales de adaptación, se identificaron una serie de acciones y medidas tendientes a garantizar el fortalecimiento del marco legal e institucional a nivel municipal, y promoviendo su aplicación efectiva, en apoyo al desarrollo local y a la gestión sostenible del territorio, a fin de incorporar la adaptación al cambio climático. También, se identificaron medidas para impulsar el desarrollo de procesos de comunicación y sensibilización dirigidos a promover el cambio de actitud de todos los actores que inciden en las cuencas, respecto a los sistemas estudiados y promover el fortalecimiento de las capacidades de las organizaciones de base;

population and contributing to sustainable development in the territories studied.

In order to guarantee effectiveness and efficiency in the future implementation of local adaptation strategies, a series of actions and measures were identified to ensure the strengthening of the legal and institutional framework at the municipal level, promoting their effective application in support of local development and sustainable management of the territory in order to incorporate adaptation to climate change. Additionally, measures were identified to promote development of communication and awareness processes directed at changing the attitudes of all players involved in watersheds, and to strengthen the capacities of the base organizations as well as implement environmental education campaigns with emphasis on adaptation to climate change.

Following are some of the barriers encountered during the project process which could limit implementation of the adaptation measures:

- Low, and in some cases marginal, political priority;
- Insufficient understanding of the challenges presented by climate change, especially among decision makers;
- Lack of vision and integrality of the macro development programs which are currently being carried out in the countries;
- Most of the countries in the region do not have climate change policies which integrate the strategies of GHG mitigation and adaptation to the adverse impacts of climate change;



así como implementar campañas de educación ambiental con énfasis en adaptación al cambio climático.

A continuación, se destacan algunas barreras encontradas durante el proceso del proyecto que podrían limitar la implementación de las medidas de adaptación:

- Baja prioridad política, incluso marginal en algunos casos;
- Conocimiento insuficiente de la problemática del cambio climático, sobre todo entre los tomadores de decisiones;
- Falta de visión e integralidad de los macro programas de desarrollo que están en ejecución en los países;
- La mayoría de los países de la región, no tienen una política sobre cambio climático que integre las estrategias de mitigación de GEI y de adaptación ante los impactos adversos del cambio climático;
- Marco jurídico conceptualmente difuso en algunos países;
- Falta de coordinación interinstitucional a todos los niveles, incluyendo a la sociedad civil, academia y otros actores como donantes;
- La iniciativa privada aún no está integrada de manera significativa en los procesos de adaptación al cambio climático en los países de la región;
- Políticas nacionales inadecuadas respecto a la asignación de recursos;
- Poca claridad entre la carencia de los recursos y el posible elevado costo de las medidas de adaptación a ser implementadas. En algunos casos, no se vislumbra claramente los costos de la parte del desarrollo social y económico nacional con los costos reales de la adaptación al cambio climático;

- A conceptually hazy juridical framework in some countries;
- Lack of interinstitutional coordination at all levels, including civil and academic society and other players, such as donors;
- Private initiatives have still not been convincingly integrated into the processes of adaptation to climate change in the countries of the region;
- Inadequate national policies for allocation of resources;
- Lack of resources and high cost of adaptation measures, since the costs related to social and economic development of the countries have not been clearly separated from the real costs of adaptation to climate change, yet.
- Lack of political resolve in highly industrialized countries to transfer technical and financial resources needed by developing countries for adaptation.
- The prevalence of rigid and inappropriate criteria, procedures and execution methods within the organisms (multilateral and bilateral) which act as implementation agencies for adaptation funds.

With the goal of generating continuity in the results and ideas that have resulted from this effort, it is proposed that as part of the follow-up and evaluation of adaptation strategies, the countries could adopt the following focuses:

- Evaluation is a process which systematically and objectively determines the pertinence and efficiency of the actions executed, and their effect on the population, in the light of the objectives of the Action Plan. It must be done from outside the executionary units, by organisms that are

- La falta de voluntad política de parte de los países industrializados para transferir los recursos técnicos, apoyo internacional y financieros que necesitan los países en desarrollo para fomentar e implementar el proceso de la adaptación;
- El predominio de criterios, procedimientos y esquemas de ejecución rígidos e inapropiados, dentro de los organismos (multilaterales o bilaterales de cooperación internacional), que actúan como agencias de implementación de los fondos para la adaptación;

Con la idea de poder generar continuidad en los resultados e ideas propuestas a partir de este esfuerzo regional, se plantea que como parte del seguimiento y evaluación de las estrategias de adaptación, los países sigan los siguientes enfoques:

- La evaluación es un proceso que determina sistemática y objetivamente la pertinencia y eficiencia de las acciones ejecutadas y sus efectos en la población a la luz de los objetivos de los planes de acción. Por ello, se deberá realizar desde fuera de las unidades ejecutoras, pudiendo ser organismos independientes y con experiencia en investigación socio-económica;
- La evaluación del proceso de ejecución, se recomienda hacerla mediante el enfoque convencional como lo es el participativo, con la idea de abarcar aspectos de desempeño e impactos y dar oportunidad a que sean los mismos beneficiarios y actores locales los que manifiesten su opinión sobre los logros reales de la implementación de las medidas;
- El sistema de monitoreo y evaluación de la estrategia en su conjunto o de una parte de ésta, tendrían que basarse en el seguimiento de la evolución del sistema de indicadores establecido en las evaluaciones de vulnerabilidad climática. Lo ante-

independent and have experience in socio-economic research.

- It is recommended that evaluation of the execution process be done through the conventional focus as well as the participative focus in order to encompass aspects of performance and impacts, providing the opportunity for the actual beneficiaries and local players to express their opinion on the real achievements of the measures implemented.
- The system for monitoring and evaluating the strategy as a whole or in part, would have to be based on providing follow-up on the evolution of the system of indicators established in the vulnerability assessments. This would permit evaluation of the degree to which the adaptation measures have influenced the climatic vulnerability of the different dimensions which comprise the socio-cultural, natural and economic environments within the territory.
- The system for follow-up and evaluation must be designed in accordance with the scope of the measures to be executed, within the framework of a specific initiative which has the necessary financing available.
- The system must consider indicators for impact, effects, results and progress in order to measure (i) the contribution to decreased vulnerability to climate change; (ii) effectiveness in executing the strategy, in order to ensure availability of all of the goods and services required in a timely manner; and (iii) the level of budget execution in accordance with what has been programmed.



rior permitirá evaluar la incidencia de las medidas de adaptación adoptadas, en el grado de vulnerabilidad climática de las distintas dimensiones que caracterizan al entorno sociocultural, natural y económico del territorio;

- El sistema de seguimiento y evaluación, debería diseñarse de acuerdo al alcance de las medidas a ejecutarse dentro del marco de alguna iniciativa específica que cuente con el financiamiento requerido;
- Dicho sistema debería considerar indicadores de impactos, de efectos, de resultados y de avance, a fin de medir: (i) la contribución a la disminución de la vulnerabilidad al cambio climático; (ii) la efectividad en la ejecución de la estrategia para asegurar la disponibilidad de todos los bienes y servicios requeridos de manera oportuna; y (iii) el nivel de ejecución presupuestaria de acuerdo a lo programado;
- También, deberían identificarse y darse seguimiento a los factores de riesgo para el logro de los objetivos de la estrategia, e identificar las fuentes de verificación de los valores de los indicadores;
- Se recomienda clasificar los indicadores por componentes y objetivos para cada medida priorizada, con el fin de facilitar el análisis del nivel de cumplimiento o atraso, y las posibles causas de los desfases surgidos en la ejecución.

#### 1.7.4 Fomento de capacidades

Aunque en la región se ha obtenido un incremento considerable en las capacidades, el mayor impacto se generará al aprovecharlas de manera efectiva para la atención de los diversos problemas. Esto tiene que ver con varios aspectos tales como superar barreras, lograr un nivel de compromiso apropiado, concienciación y apropiación a nivel de tomadores de decisión, disponibilidad de

- Likewise, risk factors must be identified and followed up for the fulfillment of strategy objectives, and the sources for verification of indicator values must be identified.
- It is recommended that indicators be classified by components and objectives for each prioritized measure, in order to facilitate analysis of the degree of compliance or delay and the possible causes of any discrepancies which might occur during execution.

#### 1.7.4 Capacity building

Although in the region a considerable increase in capacities has been achieved, the greatest impact will be felt when these capacities are effectively used to deal with the menu of problems. This relates to various aspects, such as overcoming barriers, achieving an appropriate level of commitment, awareness and appropriation at the decision-making level, availability of resources, and particularly, effective follow-up and accompaniment, among others.

The process of disseminating the results obtained must be continued, both at the regional and international level (as in the Conference of the Parties, for example) as well as at the national level, through the pertinent channels. These initiatives will serve as reference points for replicating new adaptation initiatives in the region, whether these are to be applied in other territories within the countries or in other regions of the world, or are intended as input for the implementation agencies and donor agencies interested in the adaptation experience for Central America, Mexico, and Cuba.



recursos y en particular, un seguimiento y acompañamiento efectivo, entre otros.

Es necesario continuar con el proceso de diseminación de los resultados obtenidos, tanto a nivel regional, internacional (como por ejemplo las Comunicaciones Nacionales y en la Conferencia de las Partes), como a nivel nacional por las instancias encargadas. Tales iniciativas, servirán en calidad de puntos de referencias para replicar nuevas iniciativas de adaptación en la región, ya sea para su aplicación en otros territorios de los países o en otras regiones del mundo, o como insumos para las agencias de implementación y agencias donantes interesadas en la experiencia de adaptación para Centroamérica, México y Cuba.

La capacidad de adaptación de la región dependerá en gran medida de la efectividad, coordinación y agilidad con que actúen las organizaciones nacionales y regionales. El resultado del trabajo en materia de manejo de recursos naturales, es la existencia de un marco político regional que ha ayudado a establecer esquemas de comunicación en la región. Adicionalmente se deberán mejorar los mecanismos nacionales de captación de expertos en cambio climático, para su incorporación a órganos de gobierno e instituciones educativas y/o de investigación, entre otros.

El fortalecimiento de las capacidades nacionales pasa por un proceso de auto evaluación y un seguimiento de la implementación de las medidas ya puestas en marcha y de las nuevas propuestas por los países. En este sentido, los gobiernos de los países tienen la responsabilidad de velar por la estabilidad laboral del personal técnico nacional capacitado en la temática de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático; a fin de que las capacidades creadas se incrementen y no desaparezcan.

The region's capacity for adaptation will depend in great part on the effectiveness, coordination and agility with which the national and regional organizations act. The result of the work with respect to natural resource management is the existence of a regional political framework which has helped to establish communication strategies for the region. Additionally, national mechanisms must be improved for attracting experts in climate change to incorporate them into governmental organizations and educational and/or research institutions, among others.

The strengthening of national capacities passes through a process of self evaluation and of follow-up on implementation of measures already in place and of new proposals for the countries. In this sense, the governments of the countries have the responsibility to safeguard the job stability of national technical personnel trained in the subject of vulnerability and adaptation to climate change, in order for the capacities created to increase and not disappear.

This regional project has demonstrated the evident need to develop National Action Plans for Action against Climate Change, as a programmatic instrument of environmental policy which deals with the topic in all its aspects and mandates the implementation of adaptation measures. It is important to re-emphasize that the topic of adaptation of the water system in the face of climate change transverses all sectors of development, which is why its incorporation into all national documents related to planning of future development must be prioritized.

Considering the nature of the pilot project, the work carried out by the



Este proyecto regional ha demostrado, que es evidente la necesidad de desarrollar Planes Nacionales de Acción ante el Cambio Climático, como un instrumento programático de la política ambiental que aborde el tema en toda su amplitud y que obligue a la implementación de medidas de adaptación. Es importante recalcar que el tema de adaptación del sistema agua frente al cambio climático es transversal a todos los sectores del desarrollo, por lo que debe ser priorizada su incorporación en todos los documentos nacionales de planificación del desarrollo futuro.

Considerando la naturaleza de proyecto piloto, el trabajo realizado por los países a nivel de la región cumplió con los objetivos esperados por el proyecto, ya que cada uno de ellos logró diseñar su propia estrategia de adaptación, y sobre todo, creó capacidades a diferentes niveles (nacional, regional y local). También se esbozó una misión y visión general sobre la adaptación al cambio climático, la cuales prevén una articulación de conocimientos (multidisciplinarios), procesos y competencias institucionales y comunales (governabilidad ambiental), para una eficiente implementación de las estrategias nacionales de adaptación al cambio climático.

Los diferentes logros alcanzados por este proyecto regional que se concretan en ocho estrategias nacionales de adaptación al cambio climático, con su estructura de seguimiento y monitoreo; y sobre todo, las capacidades nacionales incrementadas que se expresan en grupos locales de ciudadanos interesados y responsables por el tema de la adaptación; son logros que dependen de una frágil voluntad política en algunos países de la región, y de los respectivos presupuestos; que puedan potenciar el impulso que este proyecto ha creado; así mismo del interés que puedan tener algunos donantes de cristalizar tan ejemplar experiencia regional.

countries at the regional level was authentic and fulfilled the objectives expected by the project, since each one country was able to design its own adaptation strategy and, above all, create capacities at different levels (national, institutional and local). A general mission and vision was also envisaged for climate change adaptation which anticipates the articulation of institutional and communal knowledge (multidisciplinary), processes and competencies (environmental governability), for efficient implementation of the national strategies for adaptation to climate change.

The different accomplishments achieved by this regional project, which are formulated in eight national strategies for climate change adaptation with their structure for follow-up and monitoring; and, above all, the increase in national capacities as evidenced by local groups of citizens who show genuine interest and responsibility with regard to the topic of adaptation, are achievements that depend on fragile political resolve in some countries of the region and on their respective budgets, but which can provide a boost to the impulse that this project has created, as well as to the interest that certain donors might have in participating in such an interesting regional experience.





## II. VULNERABILIDAD AL CLIMA ACTUAL



## II. VULNERABILIDAD AL CLIMA ACTUAL

### 2.1 Introducción

---

Por los diversos estudios que se han realizado a lo largo de Centroamérica, México y Cuba (incluyendo el resto del Caribe), se concluye que esta región muestra condiciones de vulnerabilidad asociadas a las anomalías del clima, principalmente cuando se trata de variaciones en el ciclo hidrológico. Esta situación de vulnerabilidad se incrementa en los sistemas socioeconómicos y ambientales, al considerar los impactos negativos provocados principalmente por huracanes y sequías, y que bajo la influencia de fenómenos como El Niño y La Niña tienden a agravarse aún más.

Históricamente, la región ha estado expuesta a una variedad de amenazas climáticas incluyendo sus eventos extremos como sequías e inundaciones, que en los últimos años, ha presentado ejemplos de ocurrencias de extremos del clima que comprueban lo anterior. Tal fue el caso del Huracán Mitch, donde dada la situación de vulnerabilidad de la región, perecieron más de 15,000 personas en Honduras, Nicaragua y El Salvador, con un impacto significativo en todos los sistemas humanos. Estimaciones conservadoras del costo regional de los daños y perjuicios provocados por Mitch, son de aproximadamente \$8.5 billones de dólares, que es más alto que la totalidad combinada del produc-

to nacional anual de Honduras y Nicaragua, los dos países más golpeados por el Huracán Mitch; esto incide en el retraso del desarrollo económico de la región por una década o más<sup>1</sup>.

Los eventos de variabilidad interanual del clima, como El Niño o La Niña, han llevado adicionalmente a la región a experimentar cambios marcados en las lluvias estacionales, lo cual se traduce en grandes impactos en los sistemas humanos y en la economía de los países. Tan sólo en Centroamérica y México el evento El Niño 1997-98 y la sequía asociada, resultaron en pérdidas millonarias para la región. La sequía del 2001 ocasionó serias presiones en el sector productivo de algunos países de Centroamérica. El total de población afectada por esa sequía, se estimó en 23.6 millones de habitantes aproximadamente, lo que equivale al 70% de la población total de la región en estudio.

En los últimos años, la importancia de dimensionar regionalmente el riesgo ha cobrado importancia ante desastres de gran magnitud que afectan a más de un país de la zona. Bajo este marco de referencia, los gobiernos y sus instituciones regionales han sugerido e implementado algunas políticas, marcos estratégicos y compromisos de acción, orientados a comprender, reducir y

---

1. Janet N. Abramovitz, "Averting Unnatural Disasters" in "State of the World", Chapter 7 pp. 123-142, 2001.



mitigar las causas y factores generadores del riesgo en forma conjunta. En general, la reducción del riesgo en la región se da a partir de criterios de conocer la amenaza y reducir la vulnerabilidad como parte de las políticas de desarrollo regional y nacional. Por ello, el cambio climático es hoy reconocido como la mayor amenaza ambiental del presente siglo y en ese contexto, su gestión como factor de riesgo empieza a aparecer en las agendas de desarrollo nacionales.

Esta problemática ambiental ha incidido en que los países participantes en el proyecto regional Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba, trabajen conjuntamente en el diseño de estrategias de adaptación para hacer frente a la vulnerabilidad y riesgos futuros originados por el cambio climático.

Una de las principales preocupaciones de la región ante el cambio climático, está vinculada con el sistema agua, cuya escasez o exceso, resultado de su distribución irregular en el espacio y el tiempo, incide directa-

mente en los diferentes sectores económicos del desarrollo; es por eso que la mayoría de los países participantes en el proyecto regional de adaptación, seleccionaron el sistema recursos hídricos como hilo conductor para el diseño de las medidas, estrategias y políticas de adaptación ante los riesgos futuros del cambio climático.

El proyecto regional ha demostrado que en la región existe un reconocimiento creciente para la evaluación de la vulnerabilidad y la identificación de medidas y estrategias de adaptación para integrar los problemas de cambio de clima en el desarrollo nacional.

El trabajo realizado por los países participantes en el proyecto regional, es el punto de partida de la nueva generación de estudios de evaluación de la vulnerabilidad y el diseño de estrategias de adaptación que consideran las condiciones socio-económicas, las políticas pertinentes y los modelos de desarrollo sostenible, cuyos resultados a la vez son insumos relevantes para las Comunicaciones Nacionales.

## 2.2 Innovaciones Metodológicas

---

La importancia de dimensionar regionalmente el riesgo ha cobrado gran relevancia en la actualidad ante desastres de gran magnitud que afectan a más de un país de la región de Centroamérica, México y Cuba.

El riesgo climático depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza (v. gr. huracanes o sequía), pero también de la vulnerabilidad; es decir, la medida en que dichos sectores pueden ser afectados. Usar el concepto de vulnerabilidad permite diferenciar el impacto del riesgo. Así, un desastre tiene sus orígenes en el peligro o amenaza (por ejemplo, el calentamiento global), pero también en el grado de vulnerabilidad del sector (por ejemplo, de origen social).

La vulnerabilidad varía mucho entre las comunidades, los sectores y las regiones. Esta diversidad del “mundo real” es el punto inicial para una evaluación de la vulnerabilidad. Aunque las evaluaciones de vulnerabilidad a menudo se llevan a cabo en una escala específica, existen interacciones significativas a través de varias escalas, debido a la interconexión de los sistemas económicos y climáticos.

El término “vulnerabilidad” no tiene una definición aceptada universalmente. La literatura acerca de los riesgos, las amenazas del clima, la pobreza y el desarrollo, se relaciona con el subdesarrollo y la exposición a la variabilidad climática, entre otros disturbios y amenazas. Bajo este punto de vista, la vulnerabilidad es sistémica y una consecuencia del estado de desarrollo que con frecuencia

se manifiesta en algún aspecto de la condición humana, tal como la desnutrición, la pobreza o la falta de vivienda. Los resultados finales se determinan mediante una combinación de amenazas climáticas y vulnerabilidad del sistema<sup>2</sup>.

En la región de Centroamérica, México y Cuba, para la evaluación de la vulnerabilidad actual ante los eventos extremos, la variabilidad y el cambio climático, los países utilizaron, en calidad de herramienta metodológica de referencia, el Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático (PNUD, 2005). Para los países, la evaluación de la vulnerabilidad actual fue una experiencia de aprendizaje, donde algunos se destacaron con innovaciones interesantes desde el punto de vista práctico, técnico y científico en función de los sistemas estudiados.

En el Cuadro No. 2.1, se muestra un resumen de los enfoques y abordajes utilizados por los países para la evaluación de la vulnerabilidad actual referida a diferentes sistemas: humanos, recursos hídricos, agricultura, salud humana, forestal, entre otros. Los enfoques utilizados por los países, evidencian el nivel de las capacidades técnicas y la masa crítica de recursos humanos con que cuenta la región, así como la versatilidad en cuanto a abordajes metodológicos para evaluar la vulnerabilidad actual con respecto a los sistemas priorizados.

El alcance de la evaluación de la vulnerabilidad actual, fue directamente proporcional a los siguientes factores, entre otros:

---

2. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: Desarrollando de Estrategias, Políticas y Medidas. PNUD, 2005.



- La disponibilidad de información básica en las áreas piloto priorizadas;
- La definición oportuna de un marco conceptual que integró los distintos procesos;
- Un abordaje metodológico adecuado con respecto a las condiciones nacionales del sistema a estudiar;
- El nivel de participación de los actores y el involucramiento potenciado por los proyectos nacionales;
- La incorporación de la percepción y del conocimiento local en los factores explicativos de la vulnerabilidad;
- La utilización de herramientas apropiadas para el levantamiento (encuestas, entrevistas), procesamiento y consulta de las evaluaciones nacionales; y
- El trabajo multidisciplinario clave para el desarrollo de capacidades nacionales y evaluaciones robustas.

Cuadro No. 2.1. Resumen de los enfoques y abordajes utilizados por los países para la evaluación de la vulnerabilidad actual.

Países	Sistemas Nacionales Priorizados	Enfoque / Abordaje Metodológico para la Vulnerabilidad Actual
	I	II
Costa Rica	Recursos Hídricos	<p>Riesgo: <math>f</math> (Vulnerabilidad, Amenaza)</p> <p>La vulnerabilidad actual se construyó a partir de una visión de abajo hacia arriba, a través de 15 indicadores socioeconómicos y biofísicos, y la amenaza actual a partir de 7 indicadores de clima.</p> <p>Se utilizó un enfoque de gestión de riesgos, de la combinación del índice de amenaza y de vulnerabilidad se obtiene un índice de riesgo. Vinculado a la literatura acerca de amenazas.</p>
Cuba (*)	Recursos Hídricos, Agricultura	<p>Vulnerabilidad Actual: IMPACTO – ADAPTACIÓN</p> <p>Para la estimación de la vulnerabilidad a la sequía, se aplicó la definición de vulnerabilidad para el cambio climático del PICC, según la cual la vulnerabilidad es la diferencia entre los impactos más críticos recibidos en una localidad por el evento que se estudia y las adaptaciones aplicadas en esa misma localidad para aliviar los efectos del fenómeno (Burton 2001).</p>



El Salvador	Humanos	<p>Vulnerabilidad: <math>f(E, e, A)</math></p> <p>Para evaluar la vulnerabilidad del clima actual del territorio seleccionado, se adoptó un enfoque sistémico y se estableció un sistema de variables e indicadores asociados a las dimensiones de los entornos natural, sociocultural y económico, cuyos valores para 2004 constituyeron la línea de referencia socioeconómica y ambiental. Dicho sistema se vinculó a las tres variables explicativas de la vulnerabilidad climática, mediante un índice compuesto de vulnerabilidad, para poder estimar la magnitud de la vulnerabilidad climática actual (IVA). La variable exposición climática se abordó a partir de distintos niveles de amenaza asociados a eventos extremos de temperatura y precipitación.</p>
Guatemala	Recursos Hídricos, Agricultura	<p>Riesgo = (Amenaza, Vulnerabilidad)</p> <p>Por el alcance del presente estudio, se aplicaron algunas de las tareas de los componentes establecidos en el APF: revisión y síntesis de la información existente para facilitar la aplicación de indicadores que puedan proporcionar elementos fundamentales a la línea base; evaluación de los riesgos climáticos actuales en la producción de granos básicos en el área del proyecto; aprovechando el esquema de estudio del proyecto, también se hizo énfasis en la evaluación rápida de los efectos por el huracán Stan.</p>
Honduras	Recursos Hídricos, Salud, Forestal	<p>Riesgo = (Amenaza, Vulnerabilidad)</p> <p>Para poder conocer el riesgo, primero se calculó la vulnerabilidad del sistema y luego se cuantificó la amenaza del clima. El índice de vulnerabilidad (IV) y el índice de amenaza climática (IAC) se desarrollaron por agregación simple (sumatoria) de indicadores. El riesgo no se expresó por medio de indicadores, sino como una combinación del IV y el IAC. Como resultado de la sobreposición de mapas, se creó una matriz de riesgo usando como variables IV e IAC y definiendo el índice de riesgo con valores de 20 a 100. Para fines prácticos, se supone que el riesgo está compuesto en un 50% por la vulnerabilidad del sistema y el otro 50% por la amenaza.</p>



México	Recursos Hídricos, Agricultura, Forestal	<p>Riesgo = función (Amenaza o Peligro, Vulnerabilidad)</p> <p>El riesgo climático depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza (huracanes o sequía), pero también de la vulnerabilidad, es decir la medida en que dichos sectores pueden ser afectados. Usar el concepto de vulnerabilidad permite diferenciar el impacto del riesgo. Así, un desastre tiene sus orígenes en el peligro o amenaza (por ejemplo, de origen natural), pero también en el grado de vulnerabilidad del sector (de origen social). Entendiendo de esta manera el riesgo, gran parte de la responsabilidad de los desastres está en la estructura socioeconómica de una región o sector de la sociedad.</p>
Nicaragua	Recursos Hídricos, Agricultura	<p>Riesgo: enfoque basado en Amenazas Naturales</p> <p>Para evaluar la vulnerabilidad actual del territorio y de los sistemas seleccionados, primero se realizó un análisis exhaustivo de las principales amenazas climáticas vinculadas a los recursos naturales y los aspectos socioeconómicos, luego se evaluaron los impactos del clima en los sistemas recursos hídricos y agricultura y se generaron escenarios de impactos con casos extremos (sequías e inundaciones históricas). A la vez, se identificaron indicadores biofísicos y socioeconómicos, los que se ponderaron para elaborar perfiles de vulnerabilidad según la metodología de SEI, 2004. Se utilizaron algunos modelos numéricos para el sistema recursos hídricos (CLIRUM3, MODFLOW), los cuales fueron clave para generar mapas de vulnerabilidad actual. También se identificaron impulsores de la vulnerabilidad referidos a los sistemas priorizados. Este enfoque generó suficientes elementos de juicio para comprender bien la relación entre los impactos y la vulnerabilidad.</p>
Panamá	Recursos Hídricos	<p>Riesgo: <math>f</math> (Vulnerabilidad, Adaptación)</p> <p>Para evaluar la vulnerabilidad actual del territorio seleccionado, inicialmente se desarrolló el estudio de Línea de Base (medios: físico, biótico y socioeconómico; clima y recurso hídrico); se identificaron los grupos vulnerables y su percepción de la vulnerabilidad. Para el desarrollo de indicadores se aplicó el enfoque de Presión – Estado – Respuesta (PER).</p>

V.A.: Vulnerabilidad Actual

E: Exposición climática

e: Elasticidad (resiliencia)

A: Capacidad de adaptación

Algunos países se destacaron con innovaciones metodológicas de un alto valor científico y práctico para ser replicadas en otras zonas de la región y países del mundo en desarrollo, ya que éstas tienen un enfoque a nivel de la comunidad y de incidencia en los sectores económicos del desarrollo más relevantes.

El Salvador asumió uno de los retos más importantes en este proceso de innovación metodológica, al haber abordado el tema de la vulnerabilidad climática utilizando un enfoque sistémico del ambiente, que adoptó un abordaje interdisciplinario. Sus aportes incorporan el conocimiento teórico y empírico, así como las percepciones locales, mediante el rescate de la tradición oral y la participación activa, permanente y progresivamente protagónica de los pobladores y organizaciones locales contrapartes. A continuación, se describen los principales aportes del enfoque utilizado:

- El territorio es considerado un sistema humano, y como tal, tiene un comportamiento dinámico y no - lineal y es capaz de desarrollar funciones emergentes (como la elasticidad y la capacidad de adaptación), permitiéndole al sistema resistir o adaptarse ante el cambio.
- La vulnerabilidad de un sistema natural o humano a la exposición del clima, está definida por tres variables explicativas de primer orden conocidas como: exposición, resiliencia y capacidad de adaptación. La exposición del clima es considerada como una amenaza local. La resiliencia es el atributo que le permite al sistema absorber los impactos naturales o sociales, dentro de un margen de toleran-

cia, y además recuperarse de perturbaciones o impactos causados, conservando el mismo dominio de estabilidad. La capacidad de adaptación, se refiere al potencial del sistema de evolucionar y adaptarse a los cambios sin colapsar, a través del aprendizaje de procesos que aumentan su rango de tolerancia y su capacidad para auto organizarse.

- Las variables de segundo orden se asociaron a las variables explicativas de primer orden de la vulnerabilidad. La exposición del clima es abordada a través de un índice, que integra los eventos climáticos extremos (sequías e inundaciones) y extremos de temperatura. La resiliencia es captada a través del grado de flexibilidad, mecanismos de control (el tipo y efectividad) y el acoplamiento estructural (el tipo y grado). A la capacidad de adaptación se le asociaron tres variables de segundo orden: potencial de recursos disponibles (el tipo, disponibilidad y accesibilidad), nivel de experimentación e innovación y complejidad en la organización del sistema.
- La evaluación integrada incorpora factores explicativos naturales y sociales sobre el incremento de la vulnerabilidad actual y futura del clima. Ésta facilita la identificación y priorización de medidas de adaptación, y estrategias para prevenir o minimizar los impactos relacionadas a la variabilidad y el cambio climático. El incremento de la resiliencia y la capacidad de adaptación constituyen la base para la estrategia de adaptación local.
- En cada una de las etapas del proyecto, la participación de los pobladores y de sus dos organizaciones locales contrapartes del proceso fue muy activa. La participa-



ción local incluyó procesos de consulta, giras de observación de campo, jornadas de sensibilización sobre el tema del cambio climático, procesos de intercambio, discusión y análisis. Durante dichos procesos se aportó el conocimiento local, el cual conjuntamente con el conocimiento teórico, sirvió de base para el abordaje de las distintas temáticas, validaciones, proyecciones y planeación estratégica para la adaptación al cambio climático.

- El cálculo de un índice de vulnerabilidad compuesto (IVC) para estimar la magnitud de la vulnerabilidad del clima actual y futuro. La exposición del clima se integró al IVC a través del cálculo de un subíndice para la amenaza climática, el cual incorpora diferentes niveles de amenaza local, relacionada con los extremos de temperatura y de precipitación (Anexo-II).
- Se estableció un sistema de variables e indicadores asociados a los entornos natural, sociocultural y económico, cuyos valores para 2004 constituyeron la línea de referencia socioeconómica y ambiental. Dicho sistema se vinculó a las tres variables explicativas de la vulnerabilidad climática mediante un índice compuesto de vulnerabilidad, a fin de estimar la magnitud de la vulnerabilidad climática actual. En el caso de la variable exposición climática, ésta se abordó desde la perspectiva de la amenaza climática sobre el territorio, a partir de distintos niveles de amenaza asociados a eventos extremos de temperatura y precipitación (extremos húmedos y secos).

### **2.3 Escenarios de Referencia de los Sistemas Priorizados: Ambiental (Clima) y Socioeconómico Actual**

---

Los estudios nacionales de evaluación de la vulnerabilidad actual han confirmado, y en algunos casos, han identificado nuevos factores no-climáticos que incrementan la vulnerabilidad ambiental y socioeconómica de los diferentes sistemas seleccionados en las áreas piloto estudiadas, entre los que sobresalen:

- Incremento de la presión demográfica sobre los sistemas de abastecimiento de agua, en donde la disminución de la disponibilidad hídrica obedece más a un problema de administración del recurso en función del crecimiento de la demanda, que a condiciones propiamente del clima.
- Insuficiente acceso de la población rural y urbana a los servicios básicos (agua, energía, salud, educación).
- La falta de presupuesto y de coordinación institucional limita la eficiencia de implementación de algunos proyectos de carácter social.
- La sobreexplotación del recurso hídrico y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas incrementan la vulnerabilidad del recurso.

- La combinación de estos factores con eventos de sequías inciden en la cantidad de agua disponible para abastecimiento.
- Los conflictos de uso de suelo y la presión urbana ponen en riesgo las áreas naturales protegidas, y las zonas de recarga.
- El uso de áreas marginales con suelos degradados para la producción de granos básicos.
- Poco uso de semilla mejorada, con poca o ninguna tolerancia a factores limitantes adversos como el estrés y la sequía, que limita la producción de granos básicos.
- Disminución de la eficiencia de los fertilizantes por efecto de la sequía, durante la fase inicial de crecimiento de los granos básicos.
- Uso ineficiente del agua asociado directamente al bajo o nulo valor económico del recurso. El mayor derroche se da en el uso agrícola, donde prevalece la exención en el pago de derechos de aprovechamiento.
- Utilización de sistemas ineficientes de riego en el sector agrícola.
- Las instituciones operadoras de los sistemas de agua y saneamiento presentan serias deficiencias en los ámbitos técnico, operativo y financiero, debido a los altos requerimientos de inversión, generalmente superiores a los recursos disponibles.
- La conservación y el mantenimiento de la infraestructura de abastecimiento de agua y su distribución han sido inadecuados, por lo que su rehabilitación requiere de grandes inversiones.
- Altos índices de contaminación de las fuentes superficiales de agua, dificultando

su aprovechamiento para ciertos procesos.

- Índices altos y medios de contaminación de los acuíferos por agroquímicos utilizados en los monocultivos agroindustriales (caña de azúcar, maní).

### 2.3.1 Escenarios ambientales y socioeconómicos de referencia

Las premisas y condiciones arriba descritas fueron consideradas por los países para identificar y definir sus escenarios ambientales y socioeconómicos, tomando en cuenta las principales amenazas (sequías, inundaciones) y los riesgos del clima actual asociados a éstas y vinculados a los sistemas estudiados (humanos, recursos hídricos, agricultura, salud humana, forestal).

Los países utilizaron diferentes abordajes para definir sus escenarios ambientales y socioeconómicos, así mismo eligieron distintos años de referencia y horizontes de tiempos para proyectar aquellas hacia el futuro; sin embargo, el horizonte más común fue el año 2015, porque además de no ser muy extenso para los asuntos socioeconómicos, también coincide con el periodo de evaluación de las Metas del Milenio. A continuación se resumen las principales premisas utilizadas para definir los escenarios ambientales y socioeconómicos.

- Una de las ventajas del uso de los escenarios de base o de referencia, es que permite evaluar a priori las posibles afectaciones de un desastre por sequía (déficit) o por inundaciones (exceso) sobre la base de las acciones tomadas en el presente, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad futura en el ámbito local;



- Uno de los primeros pasos para el diseño de los escenarios de referencia, es la selección de variables e indicadores en función del sistema priorizado y de forma participativa con los actores locales;
- Con base en la información disponible y de los sistemas seleccionados los países eligieron su año de referencia y/o base. Por ejemplo, Costa Rica escogió para su escenario base la “situación del año 2000” que es el año de realización del último Censo Nacional de Hogares llevado a cabo por el INEC, de donde se obtuvo la mayor parte de la información social y económica;
- En el caso de El Salvador, el año de referencia fue 2004, para el estado del entorno sociocultural, natural y económico. También se analizaron los planes, programas, proyectos y medidas gubernamentales y sus presupuestos asociados, incluyendo los Objetivos del Milenio (ODM);
- Nicaragua utilizó en calidad de año de referencia el 2005, con base en la información socioeconómica proporcionada por el último Censo Nacional; así como los macroprogramas que el gobierno está implementando, incluyendo el Programa Cuenta Reto del Milenio;
- Honduras, uso como fuentes bases: el Censo Nacional de 2001, el Índice de Desarrollo Humano del PNUD (2002), e indicadores básicos de la Secretaría de Salud, 2004;
- En el caso de Cuba fue diferente. El estudio parte de la percepción que tienen los diferentes actores del territorio, sobre la sequía y los variados temas colaterales que complementan la imagen del impacto de este fenómeno sobre los diferentes aspectos de la vida de la población residente en las áreas afectadas. La información se obtuvo mediante levantamientos encuestales realizados en el primer trimestre del año 2004. Con base en criterios de expertos elaboraron 3 escenarios: uno ideal y otro pesimista, y de estos prepararon uno intermedio, como el más probable con base en el conocimiento actual;
- México, en la evaluación de la vulnerabilidad del sector agua utilizó como referencia el informe entregado al Congreso en el año 2000, denominado “La problemática no natural del agua en México” (Sandoval de Escurdia, 2000); en donde este recurso es considerado un asunto de seguridad nacional;
- En cuanto al abordaje metodológico, El Salvador usó un enfoque donde la línea de referencia socioeconómica y ambiental expresa el estado del territorio seleccionado en términos de fortalezas y debilidades, que inciden en las variables explicativas de la vulnerabilidad climática para el año de referencia 2004. Éste fue definido a partir de los valores asignados a los 69 indicadores y a las variables asociadas de distinto orden. Los indicadores fueron categorizados según su nivel de contribución a la elasticidad o capacidad de adaptación, y de acuerdo a la categoría correspondiente a cada indicador, su valor o estado fue considerado debilidad o fortaleza, con incidencia en el nivel de vulnerabilidad climática del territorio;
- La mayoría de los países incorporaron en el escenario ambiental y socioeconómico local la adaptación autónoma y la percepción de los actores locales, la cual fue documentada en algunos de los indicadores seleccionados.

- Para la elaboración del Clima Local de Referencia, la mayoría de los países utilizaron la climatología del período 1961-1990. Así mismo elaboraron mapas promedios anuales, estacionales y en algunos casos mensuales, de las variables precipitación y temperatura principalmente. También, se hicieron análisis de tendencias de dichas variables a escala anual y por década. Algunos países utilizaron estas salidas (mapas) para la preparación de un atlas del territorio.
- Algunos países construyeron escenarios de impactos de las amenazas más frecuentes, tales como: El Niño, La Niña, huracanes tropicales de diferentes intensidades; que a la vez forman parte de la línea base de referencia del clima local, como por ejemplo en Nicaragua.
- Las variables e indicadores seleccionados por los países de la región están referidos principalmente al estado del ambiente y a sus vínculos con el desarrollo sostenible y a los siguientes aspectos: población, salud, ambiente, medios de vida, producción, vivienda, trabajo, seguridad social y ciudadana, acceso a los servicios básicos (energía, agua potable, educación).

## 2.4 Amenaza e Impactos del Clima Actual

---

Los impactos de condiciones extremas en el clima, como las sequías, no se pueden comprender de manera integral sin considerar tanto la vulnerabilidad que se ha acumulado en amplias zonas geográficas de la región, a causa de los desastres que han ocurrido recientemente, así como los procesos de degradación ambiental, y cambios de carácter económico y social. Es preciso reconocer que las sequías hidrológicas, agrícolas y sociales se producen como resultado de la interacción entre las variaciones climáticas y las actividades humanas.

El incremento de eventos hidrometeorológicos extremos experimentado en las últimas décadas en la región de Centroamérica, México y Cuba, ha causado una mayor presión en el uso y cambio de uso de la tierra, un avance de la frontera agrícola y la consiguiente expansión urbana en suelos de poca productividad, lo cual ha aumentado la

vulnerabilidad social asociada a los sistemas humano, hídrico y agrícola entre otros.

### 2.4.1 Amenazas del clima actual

Del conjunto de amenazas naturales, los eventos extremos del clima son los más frecuentes. La variabilidad climática ha causado importantes pérdidas producto de sequías y lluvias intensas. El cambio climático puede potenciar la magnitud y recurrencia de los eventos extremos, alterando la oferta de agua potable, incidiendo en la seguridad alimentaria y aumentando el riesgo futuro, principalmente para aquellos sistemas humanos vulnerables asociados a condiciones de pobreza.

También existen las amenazas sociales que enfrentan los diferentes sistemas como producto de la falta de planificación y desarrollo económico de las áreas piloto estu-



diadas en la región. En el caso del sistema recursos hídricos, existen diferentes factores no – climáticos que causan estrés sobre el recurso agua. Los impactos de esta amenaza se reflejan en los daños ecológicos, sociales y económicos debidos a la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua. La contaminación a su vez, es un efecto del inadecuado manejo de los desechos sólidos, aguas residuales y los agroquímicos utilizados en las actividades agrícolas.

Al menos 3 de 8 países de la región utilizaron para el cálculo de la amenaza climática, un Índice de Amenaza Climática (IAC), a partir de indicadores meteorológicos asociados a extremos climáticos de temperatura y precipitación. Por ejemplo, Costa Rica definió 7 indicadores y El Salvador 5. El Salvador, no expuso el IAC de manera cartográfica en un mapa, ya que dicho índice es el mismo para todo el territorio; sin embargo definieron criterios de afectación para medir el impacto actual de dichos indicadores, tanto sobre la actividad productiva como sobre los procesos ambientales; luego se estandarizaron los indicadores para el cálculo del valor actual del IAC. En el caso de Nicaragua, se utilizaron rangos de Deciles para cuantificar la amenaza tanto para eventos secos como para eventos húmedos, y los resultados finales se llevaron a formatos de Sistema de Información Geográfica

En todos los casos el IAC calculado, refleja solamente el nivel de amenaza climática sobre el territorio derivado de eventos climáticos extremos, - los cuales son los más frecuentes - asociados a las variables precipitación y temperatura.

#### 2.4.2 Impactos del clima actual

No todos los países realizaron un análisis de impacto del clima actual, lo cual de alguna manera está relacionado con el enfoque metodológico para evaluar la vulnerabilidad actual. Costa Rica, Cuba, El Salvador, Nicaragua y México, realizaron el análisis de impactos del clima actual con diferentes niveles de profundidad y alcances.

En algunos países la evaluación de impactos del clima actual ha tenido sus limitaciones debido a la falta de información, sobre todo con las estadísticas sobre pérdidas económicas o de estudios específicos sobre los impactos, ya que se documentan más a una escala regional que local.

Generalmente, para analizar los impactos los países consideraron los resultados de los indicadores de amenaza y en otros casos, simplemente se consideraron dos situaciones sobre la base de la información histórica: impactos durante años secos (períodos secos prolongados, aumento de la temperatura, aumento de días secos, disminución de cantidad de lluvia y alteraciones en su distribución) e impactos durante años lluviosos (lluvias de fuerte magnitud y corta duración, aumento de días con lluvia). Con esta información se elaboraron escenarios.

Cuba utilizó un abordaje sobre variables definidas a partir del grado de impacto que obtuvo de la puntuación que recibió cada variable al contestar la pregunta ¿cómo la sequía impacta el cumplimiento de la variable en el contexto socioeconómico, ambiental y climático descrito en el escenario?



A continuación se detallan los principales impactos identificados por los países de la región como resultado del análisis de éstos, referidos al contexto ambiental, biofísico y socioeconómico:

Durante años secos, los impactos negativos altos, se observan en el contexto biofísico y social.

- La recurrencia de un año seco o lluvioso extremo, provoca reducción de los rendimientos de la actividad agropecuaria, ya sea porque se acentúen las sequías o por los efectos adversos de las inundaciones.
- La recurrencia de períodos con días secos consecutivos más de 11 días durante julio y agosto, provoca efectos negativos en la medida que se acentúa la canícula, afectando aún más las cosechas de la siembra de mayo y provocando retrasos y problemas en las actividades asociadas a la siembra de agosto. El rendimiento de los cultivos de la temporada de mayo y agosto se ve reducido.
- Retrasos en la siembra de postrera (período entre agosto y octubre), que dan inicio en agosto, se retrasan originando escasos ingresos familiares, con repercusiones negativas posteriores en la seguridad alimentaria, desnutrición infantil y problemas en la salud humana.
- Disminución de los niveles de los acuíferos y de la humedad del suelo, que a la vez disminuyen la productividad.
- Los incrementos de temperatura influyen negativamente sobre el balance hídrico, debido al aumento de la evapotranspiración, lo cual, aunado a la pérdida de cobertura vegetal del suelo y al aumento de la demanda hídrica de los cultivos en época seca, exacerba los impactos negativos derivados de la baja disponibilidad de agua en los territorios piloto estudiados.
- El componente social se ve impactado por un deterioro en la calidad de vida de la población, afectando la salud pública especialmente en poblaciones pobres con pocos hábitos de higiene y limpieza.
- Las diarreas y enfermedades transmitidas por vectores aumentan debido a los racionamientos y el mal almacenamiento de agua, afectando los grupos más vulnerables: niños y adultos mayores.
- En el caso de sequías, las afectaciones que la población percibe con mayor intensidad son: el déficit de agua para el consumo doméstico, el descenso de la producción de alimentos y la reducción de puestos de trabajo en la agricultura. Restricciones significativas de agua y alteración de los resultados en la producción agropecuaria tradicional y el consumo alimentario de la población.
- Afectación de la dieta básica de los pobladores: se reportan pérdidas de semillas, siembras y cosechas y se dificulta el laboreo del suelo.
- Deserción escolar, principalmente de niños de educación primaria en las zonas rurales.
- Los principales impactos en años lluviosos son: inundaciones, deslizamientos, destrucción de infraestructura, pérdida de cosechas, plagas, contaminación de acuíferos.
- Crecidas súbitas de los ríos, con las consiguientes pérdidas de cultivos y de sue-



los con incremento de la sedimentación, inundaciones en las partes bajas.

- Incremento de la erosión hídrica en las zonas altas y deslave de suelos fértiles, de áreas sembradas o de cosechas.
- Afectación de la camaronicultura y de la pesca artesanal por el arrastre de plaguicidas de las tierras agrícolas a las zonas de reproducción de alevines.
- El exceso de lluvias se asocia a la aparición de enfermedades y plagas que afectan las cosechas.
- Contaminación de los acuíferos por agroquímicos y de los pozos para consumo humano en las zonas rurales.

- Incremento de las enfermedades de transmisión vectorial, en particular del dengue y la malaria.
- Destrucción de infraestructura de carreteras, sistemas de acueductos y alcantarillados, casas, entre otros.

El análisis de la vulnerabilidad de la región de Centroamérica, México y Cuba, indica que uno de los sectores más vulnerables es el agrícola, agravado aún más por las ocurrencias del Fenómeno de El Niño. Esta situación tiende a recrudecerse debido a falta de capacidades técnicas para producir pronósticos de escala regional a la medida de los sectores más vulnerables.

## 2.5 Vulnerabilidad y Riesgo Climático Actual

Es evidente que a nivel regional el factor clima juega un papel importante en el éxito o fracaso, con respecto al manejo del recurso agua, y de los sistemas agrícolas, forestales y su vínculo con los diferentes medios de vida. En años recientes, y considerando algunos de los graves problemas que enfrentan los sectores referidos, se han comenzado en algunos países a modificar algunas de las políticas que inciden en la administración de dichos sectores.

Son tan recientes estos programas, como en México por ejemplo, que aún es difícil evaluar el impacto de cambios en programas de gobierno a nivel nacional como reductores de la vulnerabilidad ante condiciones extremas en el clima, pues en escalas del clima y su variabilidad - no han transcurrido más de tres o cuatro años de su implementación - y en ese lapso no se ha enfrentado ninguna

condición climática verdaderamente extrema a escala nacional.

A nivel de la región estudiada, en algunos países la información climática aún no es considerada clave para la planeación, sin embargo se impulsan ciertas acciones coordinadas que se siguen para mitigar los efectos negativos y/o aprovechar los aspectos positivos de El Niño o La Niña, independientemente que algunos países tienen un potencial relativamente grande para hacerlo.

Existen algunas razones por las cuales no se ha actuado en materia de planeación tomando en cuenta el factor climático. Una de ellas, es el alcance y la calidad de las investigaciones y pronósticos sobre los impactos de El Niño o La Niña que permitan diferenciar cuáles efectos realmente están asociados a dichos fenómenos. No menos importante es la "credibilidad" de la información genera-

da y divulgada por las autoridades correspondientes, la cual aún no es considerada relevante por los usuarios, en particular por los actores más vulnerables, es decir, por los pequeños y medianos productores relacionados con cultivos de subsistencia.

Adicionalmente, muchos de los potenciales usuarios de la información climática esperan pronósticos altamente precisos en escalas espaciales y temporales que están más allá de las posibilidades reales de las ciencias atmosféricas. Aún no se llega a un manejo del riesgo climático por sector. Tal situación es quizás uno de los factores que incrementan la vulnerabilidad climática y facilitan que ésta alcance el nivel de desastre.

A nivel regional, los estudios de vulnerabilidad han demostrado las condiciones de alto riesgo en que se encuentran los distintos sistemas estudiados, debido a la amenaza de los eventos extremos, los cuales se han intensificado con el cambio climático. En algunos casos, la amenaza del cambio climático podría ser muy adversa, como por ejemplo en Costa Rica, en donde el 85% de la producción de energía del país proviene del recurso hídrico, lo cual hace al sistema sumamente vulnerable.

Como se mencionó en el acápite II.2 (innovaciones metodológicas), para evaluar la vulnerabilidad actual en cada país se utilizó como referencia metodológica, el Marco de Políticas de Adaptación, con algunas modificaciones implementadas por los países en cuanto al abordaje.

Durante esta fase de evaluación de la vulnerabilidad actual, se involucró y se consensó con los actores clave locales los pro-

blemas relacionados a condiciones extremas del clima que enfrentan en la actualidad y se valoró ésta, cualitativa y cuantitativamente.

En este proceso se elaboraron “perfiles de vulnerabilidad” de acuerdo a la metodología de SEI (2004), para la ponderación de los indicadores se estableció por medio de un perfil de vulnerabilidad cuyos resultados se validaron por juicio de experto. Según esta metodología, se representa el estado actual (promedio) de los indicadores con relación a su mínimo y máximo, y se lleva a una expresión gráfica para ser validada.

El índice de vulnerabilidad se desarrolló por agregación simple (sumatoria) de indicadores. Para hacer comparables los indicadores y el Índice de Vulnerabilidad (IV) entre regiones, se usaron rangos similares o absolutos tal como lo propone el SEI (2004). Las unidades particulares de cada indicador fueron llevadas a una base porcentual (0-100).

Los índices de vulnerabilidad se construyeron a nivel de municipios y los resultados finales se llevaron a formatos de Sistema de Información Geográfica (SIG), siendo la expresión final un mapa que condensa el aspecto social y biofísico donde claramente se identificaron las áreas más vulnerables de acuerdo a la definición adoptada, el marco conceptual, la expresión de vulnerabilidad construida y la disponibilidad de información.

A continuación se resumen los principales resultados obtenidos por los países en el contexto de la evaluación de la vulnerabilidad actual de los sistemas estudiados:



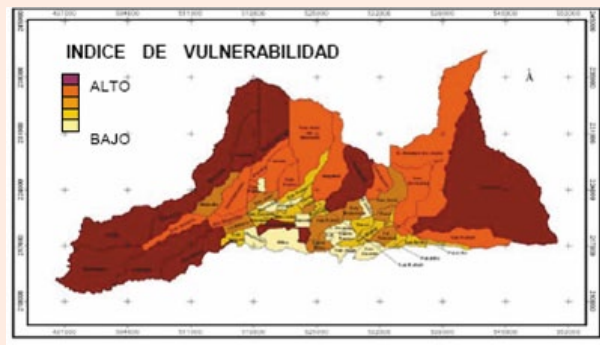
Matriz resumen de evaluación de la vulnerabilidad actual en Centroamérica, México y Cuba

**COSTA RICA**

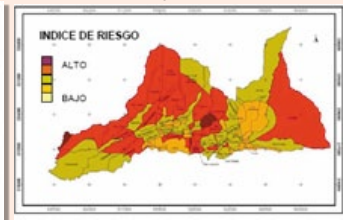
Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>Según el indicador de necesidades básicas insatisfechas (albergue, higiene, saber y consumo), propuesto por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, el 75,2% de las viviendas de la zona de estudio no tiene ninguna necesidad básica insatisfecha, un 19,89% tiene una, el 4,08% tiene dos necesidades básicas insatisfechas, el 0,75% tiene tres y solo un 0,09% de las viviendas tienen cuatro necesidades básicas insatisfechas.</p>	<p>La mayor vulnerabilidad se concentra en las partes bajas de los cantones de Alajuela y las zonas altas de Heredia y Vázquez de Coronado. Estas áreas periféricas presionan la zona central, que está más poblada y es menos vulnerable. Son los distritos de mayor área agropecuaria y con mayores problemas de conflicto de uso de suelo. Presentan un alto porcentaje de población analfabeta o baja escolaridad, infraestructura de vivienda deficitaria y un hacinamiento importante.</p> <p>Por otra parte, los distritos de menor índice de pobreza, analfabetismo y hacinamiento, son los de menor vulnerabilidad agregada. Se encuentran en la zona central del área de estudio y corresponde con los mayores núcleos de población, con mejores condiciones de infraestructura, servicios básicos y oportunidades.</p>	<p>El mayor índice de riesgo se presenta en el distrito de La Garita (cantón central de Alajuela) y en los distritos de San Francisco (cantón central de Heredia), Concepción y Los Angeles (cantón San Rafael). Se distinguen tres áreas. La primera se ubica en la provincia de Alajuela, en el noroeste del área de estudio y se extiende hacia las zonas altas de Heredia. El riesgo se debe principalmente a la vulnerabilidad agregada. Una segunda área de riesgo se ubica en la parte este en el distrito Cascajal del cantón Vázquez de Coronado. Tiene una alta vulnerabilidad por el mal estado de la vivienda, pobreza, analfabetismo y conflicto de uso del suelo.</p> <p>La tercera zona se encuentra en la parte central, desde las zonas altas (rurales) de los cantones de San Rafael, hasta algunos distritos céntricos como San Pablo, San Isidro y Santo Domingo. Se presentan muchos casos de asma, población discapacitada y uso de tanques sépticos.</p>

**Mapas**

Índice Integrado de Vulnerabilidad.



Índice de Riesgo.

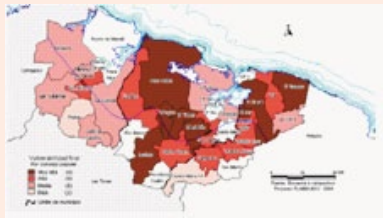


## CUBA

Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>Los municipios que conforman la zona de estudio en el año 2000 contaban con una población total de 178,296 habitantes; los de Manatí y Jesús Menéndez alcanzan índices de urbanización del 42 y 30% respectivamente, mientras que el municipio Puerto Padre, tiene un índice del 64%. La población de estos municipios recibe servicios de salud y educación de manera aceptable, con 382 instalaciones de salud con diferentes servicios.</p> <p>En educación, los tres municipios cuentan con todos los niveles de enseñanza, incluso la universitaria, existen 286 instalaciones de educación disponibles. Resultan insuficientes otros servicios como el transporte, la vialidad para el acceso a los asentamientos rurales, la vivienda y el abasto de agua potable, aspectos que, según este diagnóstico, han influido en el comportamiento migratorio de la población</p> <p>Los municipios han desarrollado un conjunto de actividades económicas a lo largo de los años con predominio de las actividades agrícolas y pecuarias y localmente una que otra actividad, económica.</p>	<p>En el sector productivo vinculado al uso del recurso tierra, los territorios más vulnerables se ubican, al centro y norte de los municipios de Puerto Padre y Jesús Menéndez, que son eminentemente agrícolas, además de la falta de recursos hídricos explotables para el abasto a la agricultura, y la propia población.</p> <p>Una tercera parte de los entrevistados considera como más afectada la zona norte de los municipios, en especial la coincidente con el municipio Manatí.</p> <p>En el sector poblacional, el índice de vulnerabilidad relativa identifica como los asentamientos menos vulnerables a los de categoría urbana, y a los rurales próximos a cuencas de agua subterránea fértiles, donde predominan las viviendas en buen estado, hay una disposición adecuada de los residuales líquidos y sólidos; y no se usa leña para cocinar.</p> <p>La vulnerabilidad final por municipios refleja que de las tres provincias donde la vulnerabilidad es mayor, se destaca Montecristi con tres municipios costeros: Montecristi (muy alto), Villa Vásquez y Guayubín (alto); donde deben tomarse medidas y acciones con carácter prioritario. La otra provincia con mayor vulnerabilidad es Pedernales, en ella se destaca el municipio Oviedo, con vulnerabilidad muy alta.</p>	<p>Los asentamientos menos vulnerables son los urbanos y aquellos que con independencia de su dimensión y categoría se hallan ubicados sobre las cuencas de agua subterránea, base de su abasto de agua; en términos generales los más vulnerables son, los asentamientos pequeños, sobre todo, los más aislados y donde se dificultaría la implementación de acciones de adaptación.</p> <p>Los indicadores de inundaciones y sequía muestran, que el primero prácticamente no los afecta y el segundo porque afecta de forma grave a la totalidad de los asentamientos, el resto de los indicadores señalan diferencias que marcan aspectos que agravan los efectos de la sequía.</p> <p>Los asentamientos más vulnerables y de mayor riesgo, son los que tienen las peores condiciones higiénico sanitarias, bajos niveles de accesibilidad, cocinan con leña o carbón, presentan mayor cantidad de situaciones desagradables para sus habitantes, no están electrificados en un contexto donde casi la totalidad de los asentamientos lo están, predominan las viviendas en mal estado, dependen de camiones cisterna para el abasto de agua y en general se dificultan las condiciones para acumular agua.</p>



### Mapas (Cuba)



Índice Integrado de Vulnerabilidad por municipios en el sector productivo.



Vulnerabilidad Relativa de los asentamientos a eventos de sequía.

## EL SALVADOR

Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>Existe un potencial económico local, ya que un número considerable de familias son propietarias de parcelas de tierra y han desarrollado esfuerzos en materia de organización productiva y social. Las estrategias de vida y los rubros agropecuarios se han diversificado, incorporando ingresos no agropecuarios, y por ende, disminuyendo los riesgos asociados a la vulnerabilidad climática del sector.</p> <p>Las principales barreras al dinamismo económico local en ambas márgenes del río Lempa son, por una parte, la falta de capital financiero, infraestructura física y equipamientos en apoyo a las inversiones productivas y a las actividades económicas en general.</p> <p>Para mayor información ver estudio de país.</p>	<p>En relación al nivel de seguridad del territorio, las inundaciones ocurren todos los años, y cada dos o tres años con niveles considerables de daños en ambas márgenes, por el desbordamiento de los ríos.</p> <p>En ambas márgenes existen serias debilidades vinculadas a la falta de innovación y asistencia técnica en apoyo a la actividad agropecuaria. Es evidente la sensibilidad que la actividad agropecuaria de tipo familiar presenta ante la variabilidad climática local, la cual se manifiesta periódicamente con sequías e inundaciones que afectan los diferentes rubros agrícolas existentes, ya que las especies adoptadas localmente presentan poca holgura a las variaciones de las precipitaciones y la temperatura.</p> <p>El tema de la vulnerabilidad de la economía familiar al clima y su variabilidad, reviste particular importancia en el territorio.</p>	<p>En la mayoría del territorio la efectividad de los SAT en caso de inundaciones es moderada. El SAT nacional no informa oportunamente, afectando particularmente a la margen oriental, debido al nivel alto de amenaza.</p> <p>La precaria calidad de vida, poca funcionalidad del territorio y baja flexibilidad organizativa, así como la falta de ordenanzas municipales que promuevan la gestión territorial sostenible, y la poca o nula presencia de agentes promotores de desarrollo local, constituyen los factores principales que determinan la alta contribución de las dimensiones psicosocial y normativa a la vulnerabilidad del territorio.</p>

Las condiciones de pobreza de la mayoría de los pobladores en ambas márgenes, están determinadas y profundizadas por la falta de un marco de políticas integradas que genere oportunidades para el desarrollo endógeno local; esto limita la creación y fortalecimiento de las capacidades humanas necesarias para el desarrollo y adopción de tecnologías apropiadas; la prospección y penetración de mercados, entre otros.

El nivel de acceso a servicios básicos como agua, energía y recolección de basura es muy bajo en el 50% de las micro - regiones y zonas.

El potencial de los recursos naturales se ve afectado negativamente por la baja conectividad del territorio, debido a que menos del 25% de las familias cuenta con vías de acceso a las comunidades y a las parcelas durante todo el año.

En términos generales, en el territorio tanto la elasticidad como la capacidad de adaptación de la economía familiar, presentan valores medios.

Existe un desacoplamiento estructural entre los sistemas naturales y humanos, manifestándose en una mala adaptación, y por ende, baja elasticidad, que contribuye a una vulnerabilidad ambiental alta.

En cuanto a la capacidad de adaptación, las mayores debilidades se manifiestan en el grado de disponibilidad de agua en calidad y cantidad para el consumo y uso familiar, y para las actividades agropecuarias; y en la carencia de bosques que amortigüen la incidencia de las inundaciones. Existe un nivel alto de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas locales, y la mayoría de familias no tienen acceso a agua potable.

La incidencia de la dinámica natural en el territorio genera grandes impactos, reflejando que los sistemas humanos locales presentan rangos de tolerancia bajos y cierto nivel de desadaptación con respecto a su entorno natural.

### Mapas (El Salvador)



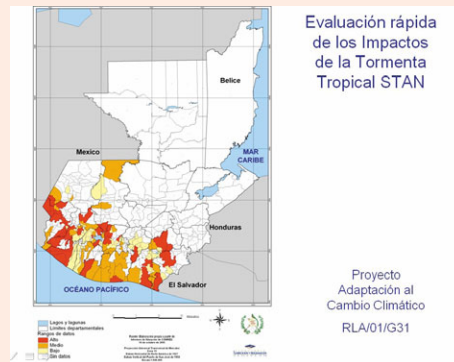
Capacidad de adaptación y elasticidad actual del territorio por área geográfica



## GUATEMALA

Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>En el área viven 180,000 habitantes, el mayor índice de población se concentra en Chiquimula, Ipala y San Luís Jilotepeque. La densidad poblacional es de 99 habitantes por km<sup>2</sup>, 40% de la población es analfabeta. La población indígena asciende a un 33% y pertenecen a las etnias Pocomam y Chortí.</p> <p>La vivienda rural está construida mayormente de adobe (60%), bajareque (30%) y block (10%); sin embargo, el block y la lámina tienen la tendencia de convertirse en los materiales dominantes de construcción, 63% de hogares en la subcuenca cuenta con servicio de energía eléctrica.</p> <p>En cuanto a los sistemas de agua potable y saneamiento, el 57% del abastecimiento proviene de nacimientos, 22% de pozos y un 20% de ríos; lo cual provee servicio a un 68% de las casas en la subcuenca. Ochenta por ciento (80%) de las cabeceras municipales drena sus aguas servidas al Río San José, constituyéndose ya como un sistema contaminado.</p>	<p>Los principales efectos debido a la vulnerabilidad a partir de los fenómenos hidroclimáticos son: riesgo de erosión y pérdida de suelo; correntadas de lodo, arena y materiales orgánicos diversos; asolvamiento de puentes por acumulación de rocas y desechos arrastrados por las corrientes; inundaciones y desbordes de ríos.</p> <p>Las pérdidas de los agricultores por sequía no se debe a una distribución diferente del agua de lluvia, sino a una mayor proporción en las pérdidas del agua por incremento de la temperatura y de la tasa de evaporación; lo cual ha incidido en la percepción de los agricultores de una mayor sequedad en los cultivos y en la desaparición de la laguna de Ipala</p> <p>Mientras los efectos de la sequía no sean revertidos en las partes media y alta de la subcuenca, la migración hacia la parte baja continuará. El cultivo de maíz en la subcuenca le hace vulnerable a la calidad y cantidad de medios de producción. La actual escasez de bosques, sobre todo en las partes altas de la subcuenca, incide en la baja capacidad de recuperación de las fuentes de agua superficial.</p> <p>Debido al régimen de escasez del recurso hídrico, han sido afectados los sistemas de salud.</p>	<p>Uno de los principales riesgos es, que el aumento de la temperatura, disminución o mala distribución de la precipitación pluvial, anomalía en el inicio de las lluvias (retraso o adelanto), alargamiento del período de sequía intraestival (canícula), pueden afectar significativamente el potencial de rendimiento de los cultivos y causar pérdidas económicas.</p> <p>Otro de los riesgos es, que los granos básicos dependen exclusivamente de la precipitación directa para mantener la humedad adecuada de los suelos por lo que su escasez provoca rendimientos muy bajos que se traducen en serios problemas de seguridad alimentaria. Con la escasez de humedad en los suelos y el aumento de la temperatura se incrementan las plagas, y en consecuencia la disminución de la producción.</p> <p>La inversión social, en las partes de menor concentración de población, es a la vez limitada. Esto último agrava las condiciones desfavorables inducidas por el cambio climático.</p>

### Mapas

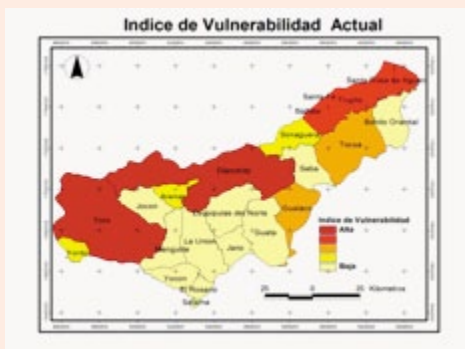




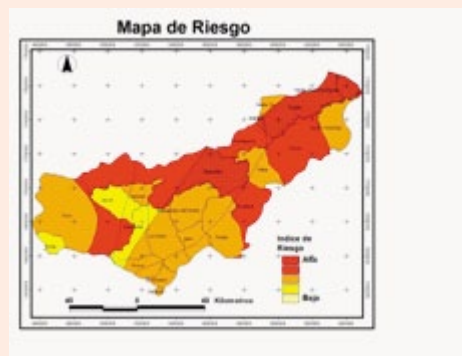
## HONDURAS

Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>En el río Mame la población es de 17, 676 habitantes, el 60% vive en zonas rurales y las familias son de escasos recursos. Los niños, jóvenes y adultos en edad productiva representan el 67.6%. El nivel educativo es bajo. Existen 4 centros de salud para 12 comunidades. Las viviendas están construidas de adobe, techo de teja y piso de tierra. El 93% de la población usa la leña como fuente de energía; el 62% cuenta con letrinas; y el 82% tiene acceso al agua potable. El 60% de la población se dedica al cultivo de granos básicos y un 25.3 % a la caficultura.</p> <p>En la zona de Locomapa, la población es de 248,000 habitantes rurales. Un 26% del total pertenece a la tribu indígena denominada "Tolupan". Existe un 45% de analfabetismo en zonas rurales. La población sin acceso a servicios de salud es de 61.2%, siendo la tasa de desnutrición de 33.2%. El 60% tiene acceso a agua por tubería (sin tratamiento previo), 20% se abastece de pozos y 20% directamente de pequeños nacimientos. El 64% de los agricultores cuenta con tierra propia.</p>	<p>De los 18 municipios de la cuenca del río Aguan, los que presentan el mayor índice de vulnerabilidad son Yoro, Olanchito y Trujillo, ya que éstos presentan el índice de vulnerabilidad agregada más alto, seguido por Tocoa, Gualaco y Arenal. Estos municipios tienen a la vez una alta vulnerabilidad en cuanto a los indicadores de salud, como enfermedades de transmisión vectorial, aunado a una alta vulnerabilidad de sus indicadores hidroclimáticos como son: altos índices de inundación y deslizamiento, esto coincide además con la circunstancia de ser los municipios con mayor número de habitantes.</p> <p>La zona alta tiende a presentar mayor vulnerabilidad en los indicadores de salud, deslizamiento y acceso a riego. La zona media presenta mayor vulnerabilidad en producción agrícola, acceso a riego, infraestructura de salud y desnutrición. Mientras que la zona baja de la cuenca del Aguan presenta el mayor índice de vulnerabilidad en cuanto a inundación, productores sin tierra, acceso a riego e infraestructura de salud.</p>	<p>Las zonas de mayor riesgo dentro de la cuenca del Aguan son los municipios de: Trujillo, Tocoa, Gualaco, Olanchito y parte de Yoro, los cuales coinciden con los que presentan mayor índice de vulnerabilidad y de amenaza climática. Los municipios del departamento de Olancho presentan un riesgo medio a pesar de ser municipios con indicadores de vulnerabilidad muy altos sobre todo en el tema de salud, ya que son los que presentan mayor grado de desnutrición.</p> <p>Esto demuestra que el riesgo se debe a la vulnerabilidad agregada y no a un solo indicador. Ver Mapa de riesgo.</p>

### Mapas



Índice Agregado de Vulnerabilidad Actual en la Cuenca del Río Aguan.



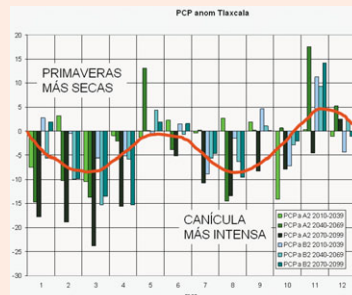
Mapa de Riesgo de la Cuenca del Río Aguan.



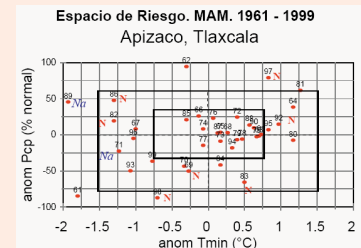
## MEXICO

Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>Tlaxcala representa el 0.2% del territorio nacional. Su altitud media es de 2,230 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con el INEGI, en el año 2005, el estado tenía una población de 1,068,207 habitantes.</p> <p>Las actividades económicas principales en el estado son, en porcentaje del total: industria extractiva, de transformación y electricidad (28.2%), agropecuarias (20.7%), de servicios (20.3%), en comercio (14.5%), construcción (7.7%), administración pública y de defensa (5.2%), así como comunicaciones y transportes (3.3%). El producto interno bruto (PIB) promedio estatal de 1993 a 2004 fue de 7,260.41 millones de pesos.</p> <p>Sólo el 2.3% de los agricultores de maíz de temporal en el municipio de Apizaco, cuentan con riego, y sólo el 11% tienen acceso a seguros o créditos para su labor.</p>	<p>El trabajo agrícola ha perdido su lugar al verse dominado por el sector industrial y el de servicios. Parte de las nuevas generaciones que podría dedicarse al trabajo del campo ha migrado y las labores de este sector, dependen de hombres de edad avanzada o mujeres.</p> <p>El principal usuario del agua es el riego. Las hectáreas bajo riego se abastecen en un 60% de fuentes de agua superficial y en un 40% con fuentes de agua subterránea. Las tasas de deforestación de los últimos 20 años indican pérdidas de cerca del 11% de la vegetación natural y cerca del 10% de los pastizales en el estado.</p> <p>Dado que la población urbana del estado ha estado creciendo a un ritmo acelerado, las demandas por agua del acuífero Atoyac aumentan rápidamente. Geográficamente la relación entre el volumen concesionado de agua subterránea y población en Tlaxcala se concentra en los grandes centros de población alrededor de La Malinche.</p> <p>La distribución de agua para el sector urbano parece constituirse en la más vulnerable ante variaciones en las condiciones del clima. Cerca de ciudades, se sacrifica el agua para agricultura a costa del agua para el sector urbano.</p>	<p>La mayor amenaza para la agricultura de Tlaxcala será la disminución de la humedad de los suelos que pudiera convertirse en sequía agrícola y la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, que se reflejen principalmente en tormentas severas o en granizadas.</p> <p>Los incendios son la principal causa del deterioro de la región La Malinche y en segundo lugar la tala, otras causas son el pastoreo y el desmonte. Los incendios han arrasado gran cantidad de hectáreas, básicamente en épocas de sequía.</p> <p>El sector hídrico se enfrenta a un clima que puede pasar de condiciones de sequía severa a precipitaciones intensas e inundaciones; disminuciones en la precipitación (lluvia), generalmente resultan en temperaturas más elevadas de lo normal y por lo tanto, aumento en la evapotranspiración, disminución en escurrimientos, caudales e infiltración, menor recarga de acuíferos y por tanto, menor disponibilidad de agua.</p>

### Mapas



Anomalías de la precipitación en Tlaxcala, Mex.



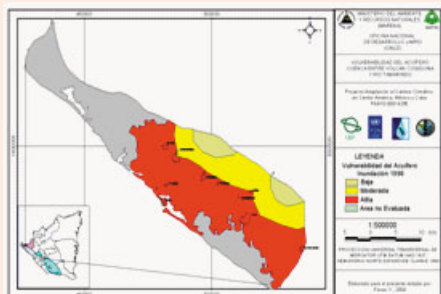
Espacio de riesgo para la primavera (MAM, 1961-99) Años con eventos intensos de El Niño se representan con N, y La Niña con Na. Los rectángulos muestran valores de 1 y 2 desv. Estándar, respectivamente. El riesgo en la temp. mínima para el maíz se encuentra en cambios negativos.

## NICARAGUA

Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>De acuerdo a los resultados del censo poblacional 2005, a finales del año 2006 la Cuenca No. 64 está poblada por 519,590 personas que representan el 70.70% de la población de los dos departamentos y el 10% de la población de la República. Se distribuye con una proporción del 62% de población urbana y 38% de población rural, con una densidad poblacional promedio de 53 habitantes/km<sup>2</sup>.</p> <p>La región tiene una importante participación a nivel de la producción primaria, representa el 11% de la superficie agropecuaria y el 12% de las explotaciones agropecuarias del país. Al finalizar el año 2006, las empresas que comercializan la producción de la cuenca exportaron un total de \$ 216.1 millones, cerca del 21% del total del país.</p> <p>La población económica activa corresponde al 35% de la población total de la cuenca (181,165 personas). De este total, el 63% trabajan de manera permanente (109,874), y un 37% de manera temporal (63,150).</p>	<p>La evaluación de la vulnerabilidad actual del acuífero a la contaminación, indica que ésta aumenta a medida que se acerca a la costa del Océano Pacífico, debido a que el acuífero es muy somero. Los años lluviosos y sobre todo los eventos extremos, como el caso del huracán Mitch, aumentan la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, debido a las inundaciones que acarrearán en sus aguas toda clase de sustancias contaminantes, ya que el acuífero es altamente dinámico. (ver mapa).</p> <p>Los perfiles de vulnerabilidad actual para el sistema agua subterránea indican que para un evento de sequía el más vulnerable es el sector rural, debido a su dependencia del agua de pozos excavados.</p> <p>La vulnerabilidad del sistema agrícola en caso de sequía, puede llevar a la pérdida parcial o total de las cosechas; disminución de la calidad de la cosecha; aumento de plagas y/o enfermedades; y si la sequía es en el ciclo de postera, aumento del riesgo de incendios. En términos económicos representa menores ingresos para productores y menor disponibilidad de producción para el consumo en finca y el aumento en los precios de los alimentos producidos en la zona.</p>	<p>La simulación de los escenarios de recarga del acuífero para años con sequía, indica que la vulnerabilidad es muy alta, ya que el acuífero reduce su potencial en casi un 50%, el cual corresponde al nivel seguro de explotación de acuerdo a su potencial. Este es un indicador de riesgo futuro muy importante, sobre todo bajo situaciones de sequías prolongadas asociadas al cambio climático, es decir, que sin medidas de adaptación concretas, es muy poco probable que dicho acuífero se pueda continuar aprovechando sosteniblemente en un futuro muy próximo (15 años).</p> <p>Otro indicador que refleja el nivel de riesgo del sector rural en caso de eventos extremos por inundación, es el de comunidades sin agua para uso doméstico, ya que los pozos excavados de abastecimiento comunitario, son de poca profundidad, y carecen de sellos sanitarios, siendo mayor el riesgo de recibir agua de inundación contaminada con plaguicidas y desechos de ganadería, lo cual a la vez incide en los pozos domésticos.</p> <p>El análisis de riesgos del sector agricultura referidos a los productores ante un evento de sequía, confirman que los pequeños productores son más vulnerables a la sequía, respecto a los grandes, su vulnerabilidad radica en el área sembrada en primera.</p>



## Mapas (Nicaragua)



Vulnerabilidad actual del acuífero León-Chinandega ante un evento extremo por inundación.



Vulnerabilidad actual del acuífero León-Chinandega ante un evento de sequía.

## PANAMÁ

Situación Socioeconómica Actual	Vulnerabilidad Actual	Riesgo Actual
<p>La mayor cantidad de población se encuentra en orden descendente, en la parte baja de la cuenca del río Santa María con un total de 16,576 (50%) y una densidad de población de 35 habitantes por km<sup>2</sup>. La parte media cuenta con una población de 10,549 (32%), y una densidad de población de 21 habitantes por km<sup>2</sup>, y la parte alta con 3,213 (18%) habitantes, y una densidad de población por el orden de 22 habitantes por km<sup>2</sup>.</p> <p>La cuenca media se distingue por tener los porcentajes más elevados de viviendas sin agua potable (24%) y sin servicios sanitarios (16%) del área de estudio. La cuenca baja tiene un total de 3% de viviendas sin agua potable y 5% sin servicio sanitario. Mientras que la cuenca alta tiene un total de 9% de viviendas sin agua potable y 7% sin servicio sanitario. En el período comprendido de 1980 a 2000 ha ocurrido un descenso del porcentaje de la población ocupada en actividades agrícolas de un 4% aproximadamente.</p>	<p>Los niveles de vulnerabilidad social a partir del recurso hídrico se concentran en la cuenca media y en la cuenca baja. La vulnerabilidad está determinada en primer lugar, por la concentración de la población y su mala disposición de los desechos sólidos y segundo lugar por la concentración de las actividades agropecuarias y agroindustriales. Se identificaron las áreas vulnerables por inundación en gran parte de las zonas productivas de la parte baja de la cuenca y las poblaciones del distrito de Santa María en Herrera.</p> <p>En la región de Veraguas, las inundaciones afectan las zonas de pastoreo en las partes planas. No hay inundaciones que afectan a personas. En las partes bajas hay siembra de cultivo de arroz mecanizados que se afectan por las crecidas del río. En presencia del Fenómeno de El Niño, se hace notar una disminución de la precipitación en toda la cuenca. Sin embargo, las zonas mayormente afectadas por la sequía son las ubicadas en la parte media y baja de la cuenca. Los análisis de datos de temperatura reflejan que la parte baja de la cuenca ha sufrido más cambios de temperatura a través del tiempo en</p>	<p>Los grupos poblacionales más pobres acusan una vulnerabilidad creciente, producto de la sucesión en años recientes de varios eventos naturales extremos, como el Fenómeno de El Niño. La variabilidad climática puede dar origen a sequías en algunas zonas de la región con mayor escasez de agua que se sitúan en la vertiente del Pacífico. Los años El Niño, evidencian disminuciones de los caudales hasta un -21% respecto a los promedios anuales.</p> <p>Durante la época seca este porcentaje es de alrededor de -15%, mientras que en período húmedo los caudales disminuyen hasta -24%.</p> <p>Otro riesgo vinculado al recurso hídrico se localiza en la cuenca media y alta en la calidad de agua que consume la población. En la parte media la primera causa de morbilidad en la población menor de uno a 9 años es la diarrea y la gastroenteritis.</p>

Un 13.4% (3,429) del total de la población de 10 años y más (25,672) sufre de analfabetismo en el área de estudio.

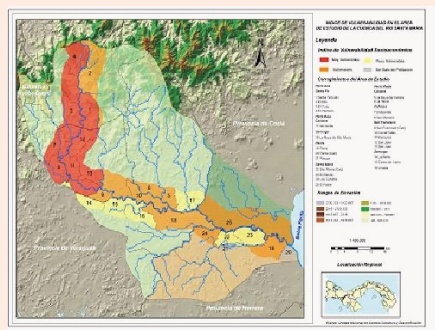
general. Durante años de El Niño, las áreas con temperaturas altas son mayores en la parte baja.

En la parte baja, la parasitosis intestinal se encuentra como la segunda causa de morbilidad en la población de uno a 19 años.

### Mapas (Panamá)



Mapa de áreas propensas a inundaciones.



## 2.6 Conclusiones

Desde hace ya algunos años, la región de Centroamérica México y Cuba ha realizado trabajos que en conjunto, pueden hacerle frente al reto de reducir la vulnerabilidad al cambio climático. El crecimiento de la atención del tema por parte de los gobiernos es una realidad. No obstante, existe una serie de barreras consideradas como no-climáticas que condicionan las acciones y medidas de los países para hacerle frente a la reducción de la vulnerabilidad ante la variabilidad y cambio climático.

Algunos de los aspectos no – climáticos más comunes en la región están relacionados con la falta de dinamismo de las economías locales de las áreas pilotos estudiadas, caracterizadas por el insuficiente capital financiero, infraestructura física deficiente y equipamientos en apoyo a las inversiones productivas y a las actividades económicas en general,

Otro aspecto que resalta aquí es la limitada creación y fortalecimiento de las capacidades humanas. Su principal obstáculo son las condiciones de pobreza que la mayoría de los pobladores presenta; ellas son determinadas y profundizadas por la falta de un marco de políticas que genere oportunidades para el desarrollo local y adopción de tecnologías apropiadas para su crecimiento, prospección y penetración a mercados; Asimismo, la necesidad de emprendimientos innovadores que activen la economía, generación de empleos, ingresos, y mejor calidad de vida.

Lo anterior, se enmarca como un desacoplamiento estructural entre los sistemas naturales y humanos manifestado como una mala adaptación que contribuye a mayores condiciones de vulnerabilidad ambiental.



El clima se convierte en amenaza cuando las condiciones de vulnerabilidad se propician o incrementan por ocurrencia de extremos hidrometeorológicos. En términos de afectación, los análisis realizados por los países en sectores o sistemas humanos priorizados muestran que los costos y daños de los eventos extremos son cada día mayores. Desafortunadamente, las perspectivas indican que sus ocurrencias son cada vez más frecuentes e intensas, pudiendo afectar en tal medida que en algunos países podría llevarlos a retrocesos en sus niveles de desarrollo.

Particularmente, en cuanto al sistema recursos hídricos, la vulnerabilidad y el riesgo actual giran en torno al grado de disponibilidad de agua en calidad y cantidad para el consumo y uso familiar, así como para las actividades agropecuarias; y en la carencia de bosques que amortigüen la incidencia de las inundaciones. Existen niveles altos de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas locales, y la mayoría de familias no tienen acceso al agua potable. Adicionalmente, la mayoría de los acuíferos están sobreexplotados, particularmente por una alta ineficiencia en el uso del agua por riego. Otro factor común que incrementa la vulnerabilidad del recurso agua, es la ingobernabilidad al no aplicar el marco jurídico existente (leyes, reglamentos y normas).

Para el sistema forestal, la vulnerabilidad es una función de factores tales como: las altas tasas de deforestación vinculada en algunos casos al avance de la frontera agrícola; la ganadería y las actividades de pastoreo, los incendios forestales asociados a condiciones de sequías extremas y los impactos por vientos huracanados.

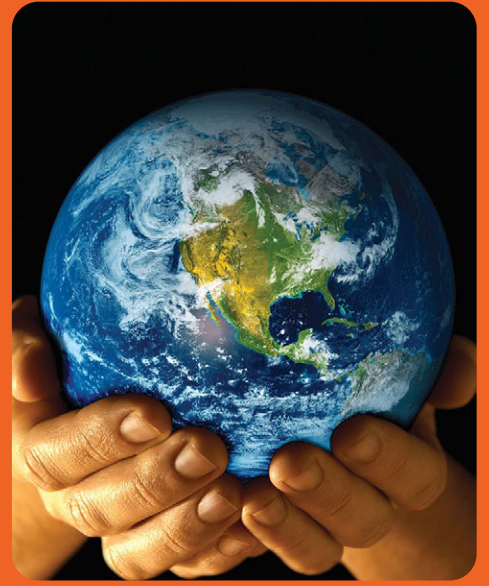
Para hacer frente al reto de reducir la vulnerabilidad a extremos en el clima, es necesario considerar las necesidades distintas pero

complementarias al nivel regional, ya que no sólo hay consecuencias del evento que trascienden las fronteras de un país, sino que la recuperación, reconstrucción y reducción de la vulnerabilidad y el riesgo en el corto, mediano y largo plazo se verán acelerados de manera sinérgica de llevarse a cabo acciones regionales de cooperación y de negociación en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Entre las acciones que se recomiendan, sobresalen la gestión compartida y cooperativa de sistemas naturales que agrupan comunidades, recursos y estructuras similares; la gestión territorial — en particular en las cuencas hidrográficas —. Para ello, se debe reconocer que las acciones de prevención y reducción de vulnerabilidad siempre tienen un costo menor al de la reducción de los desastres.

Las evaluaciones realizadas por los países reflejan que se han generado el interés y expectativas en los interesados para continuar con el proceso de adaptación bajo un ambiente propicio hacia su mejor desarrollo. Por ello, resulta estratégico aprovechar las fortalezas y oportunidades tales como (a) el interés y compromiso de los pobladores locales por la conservación y manejo sostenible de las áreas naturales existentes; (b) el incremento en la diversificación de los medios de vida a través de los niveles de organización en la producción familiar; (c) la cada vez menor dependencia a la actividad agrícola de la economía familiar; y (d) el impulso en los pequeños productores para la apropiación de parcelas y del tema en general. Considerando la atención en conjunto de los puntos anteriores, será posible incrementar la resiliencia y la capacidad de adaptación de las poblaciones locales.





### III. VULNERABILIDAD FUTURA





## III. Vulnerabilidad Futura

### 3.1 Introducción

---

Una de las razones por la que los cambios en el clima son considerados el problema ambiental global más importante, es porque constituye una amenaza para muchas sociedades y ecosistemas que son vulnerables a sus variaciones, tanto interanuales como a mediano y largo plazo, como es el caso del Cambio Climático. Los cambios en el clima que han ocurrido en las últimas décadas y que se proyectan para el presente siglo, son una amenaza creciente. Como región en desarrollo, Centroamérica, México y Cuba, tiende a ser más vulnerable al cambio climático que muchos países desarrollados.

El riesgo que las poblaciones vulnerables enfrentan ante el cambio climático, depende no sólo del clima que se proyecta a futuro, sino esencialmente de la alta vulnerabilidad actual de la región a extremos climáticos (huracanes) y la misma variabilidad climática del sistema (El Niño – La Niña). Las causas de la alta vulnerabilidad de la región en estudio a condiciones extremas del clima, están relacionadas tanto a factores climáticos como no - climáticos (socioeconómicos, gobernabilidad, organización), así como también a un severo deterioro ambiental. En la región, se ha experimentado un rápido crecimiento poblacional y urbano, en donde una parte importante de los habitantes han migrado y se han establecido en las periferias de las ciudades.

Las proyecciones del PICC y otros grupos de científicos dedicados al análisis de los

impactos del cambio climático, sugieren que aún con aumentos pequeños de la temperatura, el cambio climático podría traducirse en impactos negativos serios sobre diversos sectores, principalmente aquellos relacionados con el recurso agua (Alcamo y Henrichs, 2002).

Proyectar la vulnerabilidad a futuro y obtener e identificar los procesos que pudieran permitir variaciones de las condiciones actuales, requiere de analizar las tendencias ambientales y socioeconómicas, tanto de la región de interés como de otras partes del planeta para efectos de captar la globalización o influencia de otras regiones. Dado que los aspectos socioeconómicos en la región juegan un papel trascendental para el desarrollo, los escenarios construidos para la vulnerabilidad futura mantienen una mayor confianza e interés a un horizonte no más allá de dos o tres décadas, con la intención de captar los factores externos e internos que inciden en cambios significativos en el corto plazo.

Gran parte del trabajo desarrollado en el Proyecto “Fomento a las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba”, hizo uso principalmente de los enfoques y abordajes metodológicos contenidos en el Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático (PNUD, 2005), para caracterizar la vulnerabilidad y los riesgos del clima futuro. Los países participantes asumieron el reto de identificar,



caracterizar y en algunos casos sistematizar las variables que se consideraron relevantes en la estimación de la vulnerabilidad actual, con el fin de proyectarlas hacia el futuro. De tal forma, que en el proceso de evaluación de la vulnerabilidad del clima futuro en la región, se utilizaron abordajes tanto cualitativos como cuantitativos.



### 3.2 Metodologías

El objetivo específico de esta segunda fase del proyecto, fue generar escenarios de cambio climático a nivel regional, de población, ambientales, económicos y tecnológicos, que permitieran estimar el riesgo futuro en los sistemas bajo estudio por cada país.

En la evaluación de los riesgos al clima futuro, se consideran una gran cantidad de elementos y premisas, de tal forma que toda proyección de una condición tiene implícita una serie de incertidumbres que deben estimarse a fin de mejorar la confianza de dicha proyección.

Por ello, la evaluación de la vulnerabilidad futura y la definición de estrategias de adaptación deben vincularse a una comprensión de los riesgos climáticos actuales. La evaluación de los riesgos climático futuros, es un proceso flexible que examina las intersecciones entre las tendencias climáticas, recursos naturales y condiciones socioeconómicas, y los factores que influyen en el desarrollo de respuestas de adaptación. Los resultados son una serie de situaciones hipotéticas potenciales que reflejan la circunstancia a futuro que considera los efectos del cambio climático.

Para llegar a generar un escenario futuro del riesgo de una región o sector ante el cambio climático, es necesario considerar escenarios de cambio climático así como las proyecciones de la vulnerabilidad, con el elemento incertidumbre implícita o explícitamente señalado.

Los principales retos en esta etapa fueron: el desarrollo de “argumentos” del futuro para diferentes horizontes de análisis (años 2020, 2050, 2080) y la realización de proyecciones para estimar cómo las condiciones socioeconómicas cambiarán en el futuro bajo los argumentos alternos. La caracterización de las condiciones socioeconómicas futuras se basaron en la evaluación de las condiciones actuales.

Al analizar una proyección del clima futuro y de la vulnerabilidad a extremos de éste, se debe estimar el riesgo para así tomar alguna decisión. Las incertidumbres en las proyecciones pueden cuantificarse parcialmente utilizando los ensambles de las salidas de modelos para diferentes condiciones iniciales o de frontera.

Los escenarios socioeconómicos utilizados en las proyecciones del clima, son los construidos por el PICC en el Reporte

Especial de Escenarios de Emisiones (SRES, por sus siglas en inglés). Dichos escenarios consideran diferentes condiciones del desarrollo global para los próximos 100 años y son, en un sentido más amplio, escenarios del estado y crecimiento de la población y la economía. Hay dos grandes familias de escenarios que llevan a estimar las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Los escenarios "A" describen un mundo futuro con alto crecimiento económico, mientras que en el tipo "B" ese crecimiento es más moderado. Los escenarios A1 y B1 suponen que habrá una globalización tal, que las economías convergerán en su desarrollo. En los A2 y B2, se considera que el desarrollo se dará más a nivel regional.

Una vez generados los escenarios climáticos futuros se realizó la evaluación de la vulnerabilidad futura para un sistema prio-

ritario en cada país. En algunos países, los productos llegaron a la representación del riesgo a futuro de forma cartográfica, facilitando la identificación de las zonas de más riesgo al cambio climático.

Para evaluar la vulnerabilidad futura del sistema recursos hídricos ante el cambio climático, algunos países (México, Guatemala y Nicaragua) utilizaron por primera vez en la región el programa de modelo WEAP (Water Evaluation and Planning System). Con WEAP por ejemplo, es posible determinar la respuesta de un acuífero a nuevos tipos de cultivos, la extensión o disminución de las áreas de riego, la perforación de nuevos pozos, la respuesta del acuífero a los cambios climáticos y las medidas de conservación o de adaptación del recurso que se tomarán a futuro.

### 3.3 Escenarios climáticos: regionales y locales

Los países que participaron en este proyecto regional, utilizaron la combinación de los resultados de los modelos globales y uno regional con una técnica de reducción de escala para obtener información detallada de cambios en ciertos parámetros. El esquema elegido se conoce como Statistical Downscaling Model (SDSM). Como parte de las actividades a desarrollar, se analizó la utilización de esta técnica para generar escenarios puntuales referidos a las áreas piloto en estudio; al mismo tiempo que se reforzó la capacidad regional entre los expertos para estimar el cambio climático localmente.

El SDSM es una de las técnicas estadísticas de reducción de escala, a partir de la

cual se obtienen las variables del clima regional o local (predictandos), mediante un modelo estadístico que las relaciona con las variables de gran escala del modelo de circulación general (predictores).

Para desarrollar los escenarios de cambio climático locales se proyectaron las temperaturas extremas (máximas y mínimas) y la precipitación de las áreas pilotos, aplicándose la técnica del SDSM, la cual involucra relaciones entre observaciones de gran escala y de superficie, con base en la hipótesis que las relaciones construidas con el clima actual, se mantienen bajo condiciones futuras de cambio climático.



Existen dos fuentes fundamentales de incertidumbres en los escenarios de cambio climático regional que fueron consideradas en los impactos proyectados:

- 1) Las incertidumbres en las emisiones futuras, que afectan el forzamiento radiactivo del sistema climático; que inciden en los cambios de las variables temperatura y precipitación, incluso a escala regional, pueden variar de acuerdo a las concentraciones de GEI proyectadas.
- 2) Incertidumbre en la sensibilidad global del clima y los cambios de patrones de circulación a escala regional que simulan los modelos del clima. Existen diferencias entre escenarios aun para un mismo forzante. Así, mientras un modelo proyecta un cambio de 1°C, otro puede indicar un cambio de 2°C. Similarmente, algunos modelos predicen incrementos en la precipitación, mientras que otros sugieren una disminución.

Una fuente adicional de incertidumbre, se encuentra en la variabilidad natural del sistema climático, que en gran medida es el resultado de inestabilidades propias, o forzamientos externos, como los que resultan de la actividad volcánica o la actividad solar.

### 3.3.1 Escenarios regionales

En el Tercer Informe de Evaluación del PICC (Ruosteenoja, et al 2003), hay una primera estimación regional de las proyecciones de cambio climático para Centroamérica y México, con base en los escenarios de emisiones globales considerados (A2 y B2), que a la vez refleja las diferencias en las construcciones mismas de los Modelos de Circu-

lación General de la Atmósfera (GCMs). De acuerdo a dicho análisis, los incrementos en la temperatura media serán entre 1.5 y 3° C para el clima del periodo 2010-2039 (Fig. 3.1). Para la misma climatología, la tendencia de la precipitación es relativamente más incierta, pues las proyecciones varían, de manera general entre 5% de aumento y 10% de disminución dependiendo de la época del año.

En un estudio reciente (Aguilar, E., et Al.), sobre las tendencias observadas en periodo 1961-2003 los extremos climáticos en la región de América Central y Sudamérica Septentrional se identificaron y analizaron los cambios en las temperaturas extremas y en la precipitación. El estudio indica una tendencia de calentamiento general, las temperaturas extremas y la oscilación entre éstas

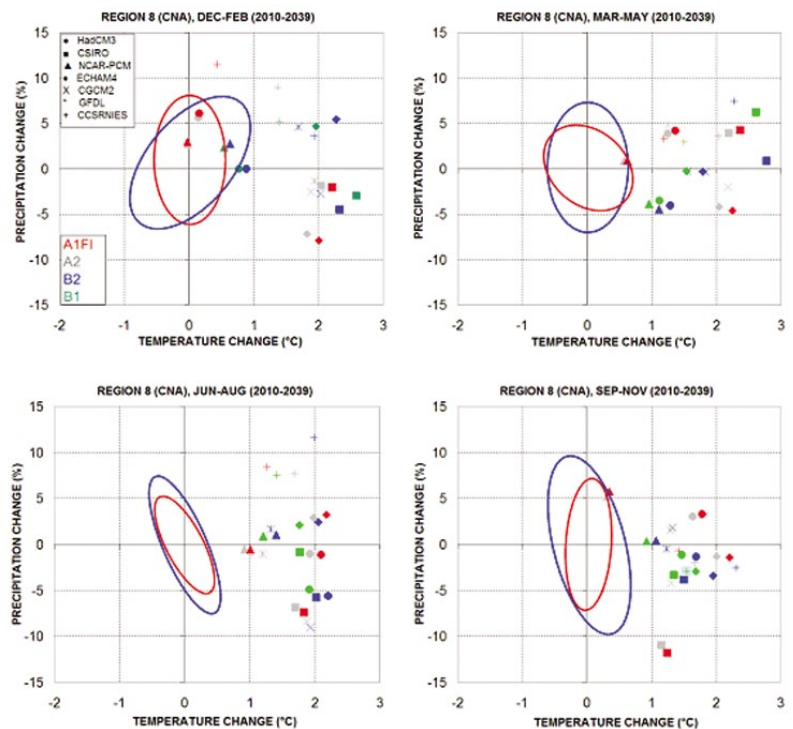


Figura 3.1. Proyecciones de cambios en temperatura y precipitación para la región de Centroamérica y México referidas al periodo 2010-2039, construidos con escenarios de emisiones SRES y diversos GCMs (Fuente: Ruosteenoja et al 2003).

estarían cambiando en la región, y que el calentamiento sería más notable en el verano y otoño boreales. Los totales de lluvia muestran aumentos no significativos, pero las intensidades indican una tendencia a incrementarse significativamente.

Se realizó un análisis de varios modelos y en particular de aquellos cuyos resultados del PICC están disponibles vía Internet (Data Distribution Center, <http://www.ipcc.ch>). Los escenarios de temperatura y precipitación se generaron utilizando los modelos: Hadley, NCAR, CCC, GFDL, ECHAM, CCSR y CSIRO, que son esencialmente los modelos utilizados en el Tercer Informe de Evaluación del PICC. Se elaboraron escenarios para los periodos 2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099, que por simplicidad en adelante se denominan como el clima del 2020, 2050 y 2080 respectivamente. Se tomó en cuenta tanto el valor promedio (ensamble) de todos los modelos así como la dispersión entre ellos.

El ejercicio de generación de escenarios de cambio climático, se completó analizando los cambios proyectados mediante el uso del modelo dinámico PRECIS forzado lateralmente con las salidas del modelo Hadley

bajo condiciones A2. EL modelo PRECIS se usó con una resolución de aproximadamente 40 km. para el período de tiempo 2070-2099.

Las proyecciones de la temperatura media para las próximas décadas indican que los aumentos serán mayores hacia las latitudes subtropicales (Fig. 3.2). A nivel centroamericano, la costa del Pacífico, cerca de Guatemala, El Salvador y Nicaragua, se observa que los aumentos podrían ser mayores. Dicha proyección, resultado de los GCM es consistente con lo encontrado a través del SDSM utilizando datos del modelo Hadley - CM3. Los rangos de los incrementos en la temperatura media estarían entre 1 y 2°C para las primeras décadas (2020-50), pero para finales de siglo los incrementos podrían alcanzar los 3 o 4°C. Las regiones en donde los incrementos llegan a ser mayores son también aquellas en donde la dispersión entre los modelos es mayor. Si dicha dispersión entre modelos se interpreta como una medida de incertidumbre, ésta sería mayor en la parte del Pacífico Centroamericano. Las estimaciones a nivel de regiones, son en general menor, que las estimadas como una sólo región para todo Centro América y el Caribe.

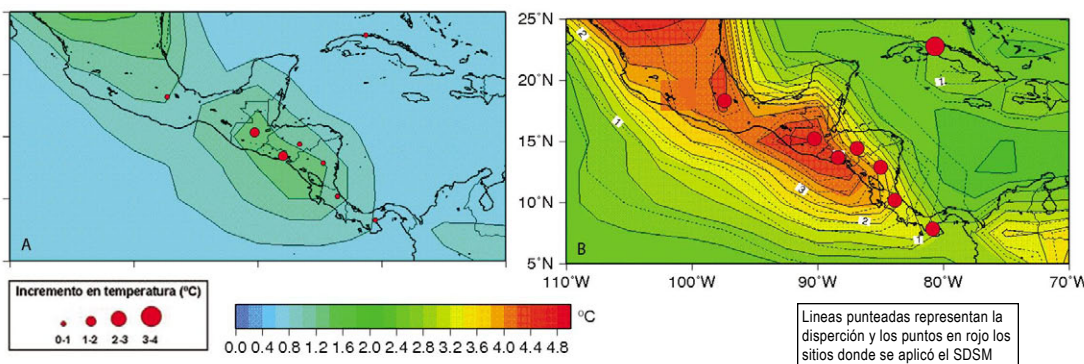


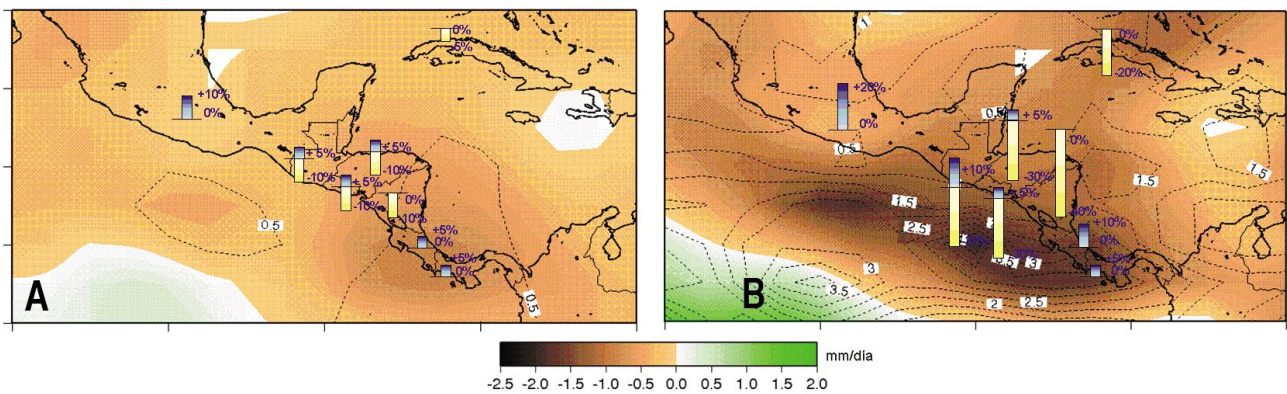
Figura 3.2. Cambios futuros en el campo de la temperatura media anual del aire a diferentes horizontes de tiempo: (a) 2020; y (b) 2080.



Las proyecciones sugieren que la región de la costa Caribe de Centroamérica experimentaría en general un calentamiento menor al que se espera para la zona costera del Pacífico, principalmente entre Guatemala y la región de la Mosquitia entre Honduras y Nicaragua. En Cuba, el SDSM proyecta aumentos en la temperatura mayores que los que los GCMs entregan. Dicha situación puede deberse a la baja resolución espacial de los GCM, que no logran identificar el efecto en las islas y considera la zona como mar.

El campo de las precipitaciones bajo condiciones de cambio climático muestra disminuciones en la mayor parte de la región

de Centroamérica, México y Cuba, pero con mayor énfasis en Nicaragua (-40%); aunque el rango de proyecciones en algunos países y para ciertos modelos sugiere que hay probabilidades de que las precipitaciones aumenten entre 5 y 10% (Fig. 3.3). La utilización del esquema SDSM sugiere que mediante una regionalización del modelo Hadley, la tendencia local a menor precipitación es marcada en la parte norte y central de Centroamérica y a mayor precipitación hacia el sur - entre Costa Rica y Panamá - , así como en la zona del Golfo de México. En Cuba, la proyección local sugiere disminuciones de precipitación.



Los escenarios de cambio climático son consistentes, pues la disminución de las precipitaciones implica mayor radiación solar y con ello mayores temperaturas máximas. Esto podría estar influenciando la tendencia a mayores temperaturas medias en superficie. Los incrementos en los campos de la temperatura y precipitación promueven mayores tasas de evapotranspiración y en consecuencia incide en la disminución en la disponibilidad de agua. Tal situación disminuiría la humedad del suelo, así como cambios en los procesos de infiltración y escurrimiento, para generar

estrés hídrico en los ecosistemas y en los sistemas dependientes del agua.

Mediante el modelo PRECIS se realizaron algunos análisis específicos de los cambios en la actividad ciclónica bajo el escenario de emisiones A2, encontrándose que aunque el número de eventos de este tipo no variaría significativamente para las proyecciones del final del presente siglo, la distribución de huracanes de mayor intensidad aumentaría, lo cual ya ha ocurrido en la cuenca del mar Caribe en los últimos 5 años. Lo anterior

Figura 3.3. Cambios futuros en el campo de la precipitación diaria a diferentes horizontes de tiempo: (a) 2020; (b) 2080. Las líneas punteadas con etiqueta en forma de barras, corresponden a una medida de la dispersión entre modelos y escenarios de emisiones (incertidumbre en las proyecciones).

confirma que bajo condiciones de cambio climático, la amenaza y la vulnerabilidad se incrementarían en la zona del Caribe e incluso del Pacífico Nor-oriental, de tal forma que los huracanes serán un elemento que incrementa el riesgo en las zonas costeras.

Algunas proyecciones sobre el incremento del nivel medio del mar indican que podría alcanzar 35 cm. en el presente siglo, incrementando la vulnerabilidad por inundación de las zonas costeras en el Mar Caribe. Una de las grandes preocupaciones radica en que los aumentos en nivel medio del mar, en combinación con huracanes más intensos podrían producir mareas de tempestades más intensas que afecten una mayor extensión de las áreas costeras.

### 3.3.2 Escenarios locales

Los países utilizaron la técnica de Reducción de Escala (SDSM) para la generación de los escenarios y se construyeron proyecciones locales de temperatura y precipitación. En este caso, sólo se dispuso de las salidas del modelo Hadley CM3 para realizar el re-escalamiento espacial, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2. El esquema SDSM sin embargo, permitió derivar estimaciones de cambios en ciertas características del clima como son la variabilidad y los valores extremos.

El ejercicio de generación de escenarios de cambio climático se completó mediante el análisis de los cambios proyectados con el uso del modelo dinámico PRECIS forzado lateralmente con las salidas del modelo Hadley bajo condiciones A2. EL modelo PRECIS se usó con una resolución de aproximadamente 40 Km. para la sección de tiempo 2070-2099. Cabe señalar que la compara-

ción de PRECIS con SDSM en los puntos de interés mostró una gran consistencia en las dos técnicas.

Los países proyectaron las temperaturas extremas (máximas y mínimas) y la precipitación de las áreas pilotos, para desarrollar los escenarios de cambio climático locales. Se aplicó la técnica del modelo de reducción de escala (SDSM), que involucra relaciones entre observaciones de gran escala y de superficie, con base en la hipótesis que las relaciones construidas con el clima actual, se mantienen bajo condiciones futuras de cambio climático. En muchos casos la disponibilidad de agua fue el elemento crucial, cuya disminución podría resultar en una amenaza futura, como sequías más frecuentes e intensas.

A nivel de la región los datos de los modelos de reanálisis NCEP y de reducción de escala SDSM para los escenarios A2 y B2, reproducen bien los datos observados de la variable temperatura (mínima media, mínima absoluta y máxima media). (ver Anexo-III). En cuanto al campo de la precipitación, en algunos países los promedios mensuales son sobre estimados, mientras que en otros son sub-estimados.

En atención al análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de los modelos antes descritos, a continuación se resumen las conclusiones principales para la región de Centroamérica, México y Cuba. (Ver cuadro III.3.1)

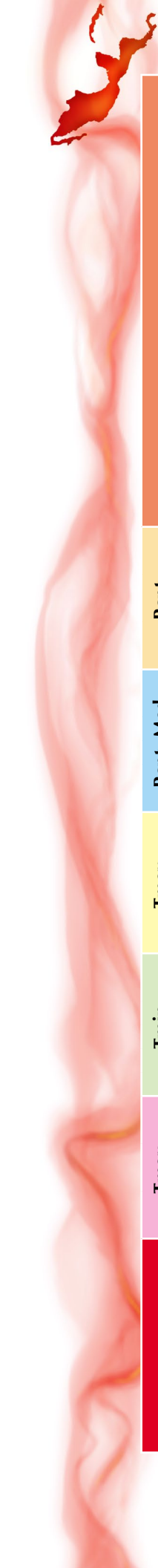
**Cuadro III.3.1. Resumen de los principales resultados de los Escenarios Climáticos Locales en Centroamérica, México y Cuba**

PAISES	TENDENCIAS						OBSERVACIONES
	Tmax. Abs. 2020	Tmax. Abs. 2050	Tmax. Abs. 2080	Tmin. Abs. 2020	Tmin. Abs. 2050	Tmin. Abs. 2090	
COSTA RICA	2020						<p>El panorama climático para el 2020 indica que la precipitación y la temperatura variarán diferencialmente.</p> <p><b>Precipitación.</b> Acorde a la técnica SDSM y la tendencia de los últimos 15 años, se espera una disminución de la precipitación aproximada a un 10% en las zonas medias y bajas del área de estudio, acorde con la tendencia observada en la mayor parte de las estaciones meteorológicas de esta zona. Tal y como ha sido en los últimos 30 años, la probabilidad de que un evento El Niño produzca escenarios secos será del 70%, con variaciones en cuanto al impacto en la lluvia (reducción) y cobertura espacial de los periodos secos.</p> <p><b>Temperatura:</b> Acorde a la técnica SDSM y la tendencia de los últimos 15 años, la temperatura máxima anual podría aumentar 0.8° C. La tendencia es de aumento progresivo.</p>
	2050						
	2080						
	2020						
	2050						
	2080						
CUBA	2020						
	2050						
	2080						
	Pcpt. Med. Mensual 2020						
	Pcpt. Med. Mensual 2050						
	Pcpt. Med. Mensual 2080						
Pcpt. > 40 mm 2020							
Pcpt. > 40 mm 2050							
Pcpt. > 40 mm 2080							





PAISES	TENDENCIAS					OBSERVACIONES	
	Tmax. Abs.	Tmin. Abs.	Tmax. >38° C	Pcpt. Med. Mensual	Pcpt. > 40 mm		
EL SALVADOR	2020					<p><b>Mínimas absolutas:</b> En ambos escenarios (2020) podrían aumentar 1.8° C en abril y 2.3° C en 2085.</p> <p><b>Máximas absolutas:</b> Para 2020 ocurrirían en mayo y no en abril, el incremento sería de 2. 8° C y podrían alcanzar 45° C. En julio estarían por debajo de lo observado. Para 2020, ambos escenarios indican que las temperaturas máximas medias aumentarían 0.3° C en promedio anual.</p> <p>Tmax. &gt; 38° C. Serían superadas (2020) significativamente en la mayoría de los meses de la época lluviosa y sobre todo entre junio y septiembre. Hasta 26 veces más en agosto de 2085 (A2).</p> <p><b>Precipitación media mensual.</b></p> <p>Los modelos A2 y B2, reproducen bien la distribución interanual en lo que respecta a la estacionalidad, el período de canícula, y los máximos mensuales de precipitación. Los acumulados de lluvia mensual para los años 2020 y 2085, muestran el mismo patrón actual del régimen de lluvia interanual. Sin embargo, dichos escenarios muestran reducciones de lluvia que serían mayores después de 2020, hasta de -8.9% en el mes de agosto (A2) para 2085.</p> <p><b>Lluvia diaria &gt; 40 mm.</b> Disminuye ligeramente para 2020 y 2085. A nivel mensual ese número disminuye hasta más del 10% para junio (A2 y B2) en 2085, y para 2085 el número de rebases de 40 mm de lluvia diarios disminuiría.</p>	
	2080						
	2050						
	2020						
	2080						
	2050						
	2020						
	2080						
	2050						
	2020						
	2080						
	2050						



PAISES	TENDENCIAS								OBSERVACIONES
	Tmax. Abs.	Tmin. Abs.	Tmax. >38° C	Pcpt. Med. Mensual	Pcpt. > 40 mm	2020	2050	2080	
GUATEMALA Río Naranjo	2080								Precipitación. Cuencas río Naranjo. Bajo los dos escenarios (A2 y B2) tiende a disminuir en los primeros meses de la época lluviosa y en el mes de octubre más lluvioso. Cuencas río San José: Bajo los dos escenarios (A2 y B2) tiende a aumentar de mayo a junio y a disminuir en julio y septiembre. Temperatura. Cuencas río Naranjo. La máxima aumenta en todos los meses bajo los dos escenarios (entre 0.8 y 1.5°C) con una leve tendencia a tener mayor aumento en escenario A2. La temperatura mínima disminuye en los primeros meses del año (hasta 0.5°C) y aumenta en los últimos meses del año (hasta 0.3°C), con una leve tendencia a tener mayor aumento con el escenario A2. Cuencas río San José. La máxima bajo los dos escenarios tiende a aumentar en la mayoría de los meses (hasta 0.6°C) y no existe diferencia significativa entre los escenarios. La mínima bajo los dos escenarios únicamente muestra un leve aumento en noviembre y sería similar el comportamiento bajo cualquiera de los dos escenarios.
	2050								
	2020								
	2080								
GUATEMALA Río San José	2080								Precipitación. Los escenarios A2 y B2 para 2020, muestra un ligero aumento de la precipitación lloviendo siempre más en Victoria que en San Lorenzo. Se observa una ligera disminución en la precipitación total al final del siglo cerca de los años 2070; en adelante la tendencia es disminución con un porcentaje bajo, presentando mucha variabilidad.
	2050								
	2020								
	2080								
HONDURAS Cuenca del Río Aguan	2080								
	2050								
	2020								
	2080								



PAISES	TENDENCIAS						OBSERVACIONES
	Tmax. Abs.	Tmin. Abs.	Tmax. >38° C	Pcpt. Med. Mensual	Pcpt. > 40 mm		
MÉXICO Tlaxcala	2080						<p><b>Temperatura:</b></p> <p>Las anomalías en las climatologías para el 2010 - 2039, el 2040 - 2069 y el 2070 - 2099, proyectan un aumento en la temperatura del orden de 1°C por cada treinta años. En el 2080, la temperatura máxima aumentaría de 1 a 2 °C (A2) y valores menores en B2. La velocidad es mayor a partir de 2030 en primavera (marzo - mayo).</p> <p>Tmáx. &gt; 30 °C. Para el 2080 los escenarios A2 y B2, casi duplican el número de veces dicho umbral.</p> <p><b>Temp. Mínima.</b> Aumento de 1°C en 2080 para los dos escenarios (A2 y B2). El número de ocurrencias de temperaturas de 5 °C disminuye en un 20%.</p> <p><b>Precipitación.</b> Incremento marcado (60-70%) de las lluvias de verano bajo A2 (2080); y en B2 de 30 a 40%. La humedad del suelo podría aumentar en 60% durante la época lluviosa. La lluvias &gt; 30 mm día, podrían aumentar bajo cambio climático.</p>
	2050						
	2020						
	2080						
	2050						
	2020						
	2080						
	2050						
	2020						
	2090						
	2050						
	2020						



PAISES	TENDENCIAS					OBSERVACIONES
	Tmax. Abs.	Tmin. Abs.	Tmax. >38° C	Pcpt. Med. Mensual	Pcpt. > 40 mm	
NICARAGUA Cuenca No. 64, entre volcán Cosigüina y río Tamarindo	2020					<p><b>Temperatura:</b> Los escenarios A2 y B2 (2020), indican mayores incrementos de la temperatura del aire en superficie. Las temperaturas máximas absolutas bajo condiciones de clima cambiado (A2 y B2), podrían ocurrir indistintamente entre los meses de junio a septiembre, con valores absolutos de 41° a 45° C; ampliándose el periodo de 2 a 6 meses en que podrían presentarse dichas temperatura extremas.</p> <p><b>Mínimas absolutas.</b> En A2 (2020) incrementos (1.2° C) de mayo a septiembre; en B2 la tendencia es inversa, disminución para el mismo periodo, hasta 1.2° C en septiembre. Para los horizontes 2050 y 2080 y ambos escenarios A2 y B2, la tendencia es disminución de las mínimas de junio a octubre con valores de 2. 1° C (Octubre-A2) y 1. 2° C (Sept.-B2).</p> <p><b>Tmax. &gt; 39° C.</b> Tendencia a ser superadas (2020-50 y 80) significativamente en la mayoría de los meses de la época lluviosa y sobre todo en agosto y septiembre.</p> <p><b>Precipitación:</b> El escenario A2 para 2020, indica una reducción promedio del 24% en los totales mensuales de precipitación de agosto y septiembre. También, podrían ocurrir incrementos en junio y julio, en un 15% en promedio.</p>
	2050					
	2080					
	2020					
	2050					
	2080					
	2020					
	2050					
	2080					
	2020					
	2050					
	2080					



PAISES	Tmax. Abs.	Tmin. Abs.	TENDENCIAS			OBSERVACIONES
			Tmax. >38° C	Pcpt. Med. Mensual	Pcpt. > 40 mm	
PANAMÁ Cuenca río Santa María	2080	2090	2020	2020	2020	<p><b>Temperatura:</b> Los escenarios A2 y B2, muestran incrementos de la temperatura mínima en 0.5° y 0.75° C respectivamente., para 2080. Temperatura máxima. Se espera que se incremente 1.0° C entre abril y julio y hasta 2.0° C en octubre y noviembre bajo A2. <b>Precipitación.</b> Los escenarios A2 y B 2 no muestran grandes diferencias en las proyecciones anuales, aunque el aumento es mayor en A2. En A2 (2080), las precipitaciones se incrementan en enero, y en abril y mayo hasta en 60-70% más; mientras en B2 el incremento es menor, entre 30 y 40%. <b>&gt; 50 mm día.</b> Bajo cambio climático la tendencia es que el número de estos eventos disminuyan hasta la mitad respecto a lo normal, en A2.</p>
	2050	2050	2050	2050	2050	
	2020	2020	2020	2020	2020	
	2080	2080	2080	2080	2080	
	2050	2050	2050	2050	2050	
	2020	2020	2020	2020	2020	
	2080	2080	2080	2080	2080	
	2050	2050	2050	2050	2050	
	2020	2020	2020	2020	2020	
	2080	2080	2080	2080	2080	
	2050	2050	2050	2050	2050	
	2020	2020	2020	2020	2020	



### 3.4 Escenarios socioeconómicos

Los países de la región utilizaron distintos abordajes metodológicos para definir sus escenarios socioeconómicos futuros, así mismo eligieron diferentes años de referencia y horizontes de tiempos para proyectar los análisis hacia el futuro; sin embargo el horizonte más común fue el año 2015.

La mayoría de los países utilizó indicadores para la caracterización de los escenarios socioeconómicos futuros. No obstante, el abordaje fue diferente de un país a otro, en cuanto a su profundidad y alcance, y en particular en la habilidad para vincular de forma lógica e integral los diferentes entornos (social, ambiental y económico), con respecto a los atributos de la vulnerabilidad; así como las distintas fuerzas impulsoras que pudiesen explicar la vulnerabilidad futura. Los principales abordajes aplicados fueron:

- Líneas evolutivas para cada uno de los indicadores (Malone et al, 2004), que son proyecciones de tendencias que explican un panorama futuro, que involucra la estructura social y sus valores, así como las fuerzas motoras que pueden impulsar cambios y que puedan ser vistas como opciones viables para la sociedad. Todas son condiciones futuras posibles, pero pueden ser “deseables o no deseables”. Se delimitaron tres escenarios futuros que comprenden el período 2005-2020.

#### **Anexo-IV.**

- La técnica de escenarios y prospectiva estratégica, tiene como objetivo construir uno o varios escenarios futuros posibles y deseados a partir de la realidad actual, en el caso de la previsión de un desastre por

sequía, consiste en tomar acciones en el presente de forma anticipada para reducir la amenaza o la vulnerabilidad en el ámbito local. A partir del escenario tendencial, se construye el escenario activo, a largo plazo, que modifica las tendencias negativas y refuerza las positivas, dentro de un marco de incertidumbre generado por el comportamiento de las condiciones del entorno socioeconómico del país.

#### **Anexo-V.**

- Otro abordaje fue el siguiente: (a) El análisis de las macro-políticas nacionales actuales y de los indicadores clave; (b) el análisis integrado de las dinámicas generadas por las macro-políticas nacionales proyectadas y las fuerzas motrices de cambio (indicadores clave seleccionados) para el año 2015; (c) la definición de la expresión local de las macro-políticas y de las fuerzas motrices de cambio por entorno y dimensión; y (d) la definición y validación del escenario socioeconómico local para 2015, desarrollado con los valores futuros del sistema de 69 indicadores que caracterizan al territorio.
- Evaluación de forma cualitativa tomando en cuenta el mayor o menor uso del recurso hídrico para los períodos 2006-2010 y 2006-2025, de acuerdo a escenarios socioeconómicos optimistas o pesimistas. El escenario optimista es aquel que considera un menor uso del agua debido a mejoras en los niveles educativos, aumento de ingresos y de calidad de vida. Un escenario pesimista incluye aumento de población, menos nivel económico y

educativo, aumento de asentamientos humanos, entre los principales.

- Utilización de un pronóstico con base en la teoría socioeconómica de la cual se deduce un modelo matemático ( $Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n$ ), al cual se le introduce el error  $m$ ; posteriormente se recolecta la información histórica y se realizan las corridas del modelo. Los pronósticos utilizaron cambios relativos (porcentuales, elasticidad) y funciones logarítmicas polinomiales y exponenciales. Éstos se complementaron con análisis socioeconómicos más amplios en el ámbito del país (macro tendencias) que pueden afectar el futuro de la zona y las variables sujetas a pronósticos.
- Los escenarios socioeconómicos (2006-2015) se elaboraron considerando las acciones a desarrollarse en el mediano y largo plazo en los municipios que abarca la cuenca, el comportamiento de la economía internacional, las políticas económicas nacionales y el grado de satisfacción del déficit social. El comportamiento económico está vinculado a la prospectiva de los mercados internacionales y al cumplimiento de un conjunto de metas económicas del país, mientras que la parte social está fundamentada en el buen comportamiento macroeconómico, de una reforma fiscal y de un proceso de racionalización de la administración pública. **Anexo-VI.**
- Los escenarios elaborados consideran como fuerzas impulsoras las políticas económicas, sociales, de población y productivas. El grado de cumplimiento de estas políticas y sus factores determinan el comportamiento futuro de cada uno de los escenarios. Los escenarios sociales y

demográficos, se basan en el funcionamiento de los acuerdos con el Fondo Monetario Internacional, y la coherencia de la estabilidad macroeconómica (precios, déficit fiscal manejable, sistema impositivo progresivo y gasto social focalizado), consideran aspectos relacionados con la participación y concertación ciudadana, desarrollo social, educación y población. Los escenarios del sector productivo, consideran las actividades agrícola, forestal e industrial.

**A continuación se resumen algunos de los principales resultados de los escenarios socioeconómicos en la región estudiada:**

- **Costa Rica:** en los próximos 15 años se espera un aumento de la población en 1.1 millones de personas, lo cual aumentará la demanda poblacional de agua en la zona más poblada del país en un 25%. Aumentará la población dependiente de adultos mayores y se incrementará el costo de su atención (infraestructura, salud, recreación de este segmento). Un desequilibrio de la oferta de agua potable producto del cambio de clima, repercutirá inmediatamente en este grupo más vulnerable a nivel de salud e higiene. Se espera un aumento de los casos de asma y su disminución luego debido a mejores controles de la calidad del aire en la gran área metropolitana.
- **Cuba:** se espera la recuperación y el crecimiento económico, no sin fluctuaciones positivas y negativas, a lo que se añade las dificultades económicas propias del desarrollo local. Este escenario económico favorece el intercambio comercial



de Cuba con el exterior y se incrementa la capacidad exportadora de los niveles de servicio de salud, educación, deporte y cultura, se profundiza en la biotecnología y la informática. Estos aspectos están muy vinculados al potencial humano existente, que cobra singular importancia. Se mantienen, desarrollan o fortalecen las exportaciones derivadas de la esfera industrial, como el tabaco, cítrico, café, ron, níquel y servicios constructivos hacia América Latina y otras áreas. En cuanto al crecimiento de la población se espera que: Manatí, mantenga sus tasas de crecimiento negativas próximas a cero, Puerto Padre y Jesús Menéndez mantenga tasas de crecimiento alrededor de cero

- **El Salvador:** para el entorno socio-cultural, se proyecta un mayor fortalecimiento de la elasticidad y de la capacidad de adaptación, debido fundamentalmente a los compromisos asumidos y esfuerzos proyectados por parte de los actores y organizaciones locales, en la creación de oportunidades de desarrollo endógeno local. En cuanto al entorno natural futuro, la contribución baja de los indicadores al valor futuro de las variables potencial de recursos y al acoplamiento estructural, no contribuiría al mejoramiento de la capacidad de adaptación y elasticidad futuras del territorio; lo cual incrementaría la vulnerabilidad futura del territorio. El entorno económico futuro, indica que la capacidad de adaptación, disminuiría, debido fundamentalmente a la falta de un entorno de políticas favorables, que incluya la asistencia técnica, capacitación, crédito, investigación y experimentación. Se espera que la elasticidad se mantenga

o mejore, debido a la diversificación productiva y agropecuaria, mejoramiento de la eficiencia productiva y de la respuesta tecnológica local al clima.

- **Guatemala:** es probable que el incremento de la población induzca al uso de una cantidad mayor de agua, un deterioro de la calidad del recurso, y a la vez provoque un cambio en la distribución natural del ciclo del agua y exista una mayor vulnerabilidad a los desastres naturales. Sin embargo, la construcción de viviendas formales, aunque tiene el mismo efecto sobre los recursos hídricos, reduce la vulnerabilidad a los desastres naturales. Se considera que la educación mejorará la conciencia y las prácticas ambientales, y por lo tanto incrementa la calidad del agua y reduce la vulnerabilidad a los desastres naturales.
- **Honduras:** las políticas de salud deben encaminarse más a la salud preventiva que a la curativa, lo que significa hacer mayor esfuerzo en promover el cambio en los hábitos de consumo que curar enfermedades ya desarrolladas. En cuanto al sector agricultura, se deben implementar nuevas políticas para bajar costos e impulsar una agricultura orgánica. También se espera que el acceso al riego se incremente de manera sostenida. En el sector forestal, la tendencia es el aumento de incendios forestales en la parte media (Olancho) y alta (Yoro).
- **México:** en el sector agricultura la tendencia es, que el porcentaje de la población económicamente activa en la agricultura continúe disminuyendo, y que las labores de este sector sigan dependiendo



de hombres de edad avanzada o mujeres. El futuro de la agricultura para Tlaxcala no parece ser promisorio, pues se combinan condiciones ambientales y económicas desfavorables. En el sector forestal, se espera que el riesgo de incendios forestales aumentará sensiblemente y con ello la tasa de pérdida de cubierta forestal. Se estima que para el año 2080 sólo quedará alrededor del 40% de la superficie que estaba en pie en el año 2000. La situación actual del recurso hídrico en Tlaxcala es crítica. Sus proyecciones a futuro bajo consideraciones socioeconómicas son poco alentadoras y se convierten en preocupantes cuando se incluye el cambio climático.

- **Nicaragua:** para la elaboración de los escenarios socioeconómicos futuros (optimista, moderado y pesimista), se asumieron hipótesis para las fuerzas impulsoras relacionadas con aspectos sociales y productivos. Por ejemplo, en el caso del escenario socioeconómico moderado, referido a los sectores económico, social y productivo. Se implementan leyes ambientales, en el ámbito forestal y del recurso hídrico, así como también de forma

parcial las políticas ambientales, pero no son de suficiente impacto para reducir la degradación de los recursos naturales, debido a la priorización de inversiones en el campo económico y de infraestructura. En este escenario, los recursos naturales continúan subsidiando el crecimiento económico, sin que sean adecuadamente incorporados en la matriz de desarrollo del país. La tasa de crecimiento total de la población es del 1.5%, la población en extrema pobreza alcanza el 5%; y se incrementa la migración en 15% hacia El Salvador, Costa Rica y Estados Unidos.

#### **Anexo-VI.**

- **Panamá:** la Estrategia de Desarrollo del Sector Agrícola al 2010, identifica metas claras como: aumentar la inversión anual en tecnología agropecuaria al 1.5% del PIB agropecuario; incrementar un 100% las áreas de siembra de productos no tradicionales de 5,800 ha. (2004) a 15,000 has para el año 2010; establecer 50,000 has. nuevas de pasto mejorado y de corte; y desarrollar el sistema de zonificación agroecológica.

### **3.5 Vulnerabilidad y Riesgo Climático Futuro**

Según el PNUMA (2002) se estima que en la región de Centroamérica y Cuba, los desastres de tipo hidrometeorológico producen pérdidas anuales cercanas a los tres mil cuatrocientos millones de dólares anuales y casi tres cuartas partes de las muertes asociadas a desastres están relacionadas a estos fenómenos. El riesgo que la sociedad de la región enfrenta ante cambio climático, de-

pende no sólo del clima que se proyecta a futuro, sino esencialmente de la alta vulnerabilidad actual de la región a extremos climáticos y a la misma variabilidad climática del sistema, asociada al cambio climático.

Como se ha mencionado, gran parte de la vulnerabilidad no-climática de la región, está relacionada con la explotación intensiva de los recursos naturales (agua, suelos,



bosques, marino-costeros, entre otros); y en menor grado con el crecimiento poblacional urbano, en donde una buena parte de la población rural ha migrado y se ha establecido en las periferias de las ciudades.

De acuerdo con los resultados de los escenarios climáticos locales desarrollados por los países para diferentes horizontes de tiempo (2020, 2050) y los escenarios A2 y B2, se establecieron parámetros y criterios que sirvieron de marco de referencia para la proyección a futuro de los indicadores tanto para la amenaza, como para la vulnerabilidad y el riesgo futuro.

Para estimar los impactos sobre las actividades productivas y los procesos ambientales, los países utilizaron los criterios y abordajes metodológicos descritos en el capítulo II (vulnerabilidad actual) para la línea de referencia.

A continuación se resumen los principales hallazgos de los países de la región en cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad futura de los sistemas priorizados:

## Costa Rica

El incremento de la población del país en un 25%, podría originar un desequilibrio de la oferta de agua potable producto del cambio de clima, y repercutir en el grupo más vulnerable de adultos mayores a nivel de salud e higiene. Hasta el 2015, se espera un aumento de los casos de asma, y luego un decrecimiento. Los desequilibrios en la precipitación y la temperatura ambiental, promoverán cambios en los patrones observados sobre las incidencias de asma, enfermedades y accidentes asociadas al clima.

La población adulta bajo condiciones de pobreza y problemas de salud tiende a ser el grupo social más vulnerable, y su atención representa un alto costo económico, princi-

palmente en las zonas donde la temperatura aumentará y la oferta hídrica disminuirá. Para el 2020 se espera un aumento de la pobreza y el hacinamiento en los cinturones periféricos de los grandes centros poblacionales.

Las condiciones promedio de vulnerabilidad tienden a aumentar hacia el 2015, para luego disminuir en el 2020 debido a las diferentes fuerzas de cambio. La amenaza del clima tiene un comportamiento progresivo ascendente. La expresión del riesgo en el 2010 y 2015 sigue la tendencia del componente de vulnerabilidad. Luego del 2015, la amenaza del cambio climático empieza a ser el principal componente del riesgo.

## Cuba

El escenario deseable, aglutina un conjunto de acciones cuyo impacto será favorable para paliar y lograr una mejor adaptación del territorio a la sequía, existe un mejor nivel de conocimiento del tema, cómo enfrentarlo y las acciones a acometer para alcanzar en el largo plazo una situación más favorable que la actual. La permanencia de la sequía incidirá en la disminución de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la zona de estudio. Se espera una reducción del impacto

de la sequía en un 66%, de acuerdo con las 23 variables analizadas, que ostensiblemente indica una mejoría de los patrones de adaptación a la sequía, se asume que se mantendrán situaciones desfavorables, en particular debido a la falta de recursos para implementar grandes obras de ingeniería o la introducción masiva de soluciones tecnológicas a gran escala en los territorios estudiados.

## El Salvador

La micro - región SES y la zona San Marcos Lempa presentarían la más baja vulnerabilidad; y la micro-región MES y la zona San Juan del Gozo, presentarían la más alta. La contribución del entorno económico a la capacidad de adaptación futura, se debería a la estabilización del mercado de tierras y a mejoras en la infraestructura vial por parte de iniciativas municipales.

El entorno natural es el que el que más contribuye al incremento la vulnerabilidad futura, ya que reduce la capacidad de adaptación futura, debido a la profundización de la dinámica de deterioro ambiental y a la ausencia de ordenamiento territorial. Dichos procesos afectarían el desempeño de las funciones ambientales esenciales y de aquellas que dan soporte a la actividad humana y la vida. Los valores bajos de la elasticidad futura, aumentarían la vulnerabilidad del territorio para 2015, probablemente debido a la baja capacidad de control de los procesos de deterioro ambiental; mientras el entorno

económico la mejoraría, debido a las fortalezas en la organización de la producción.

En términos generales, los niveles de vulnerabilidad climática para 2015, si bien es cierto aumentarían, tienden a continuar en el rango de la categoría intermedia. Es de hacer notar, que el escenario socioeconómico y ambiental proyectado, incluye los procesos y medidas de adaptación autónoma. Lo cual explicaría los valores relativamente altos proyectados para los subíndices de elasticidad y capacidad de adaptación. Por consiguiente, si dichos esfuerzos no fuesen asumidos por los actores locales, tal como lo han planteado e incorporado en sus planes de desarrollo local, la contribución de los tres entornos a dichas variables bajaría significativamente, y por ende, el Índice de Vulnerabilidad Futura sería más alto. **Anexo-VII.**



## Guatemala

Subcuenca del Río San José. Conforme al crecimiento poblacional, ocurre un aumento en la demanda del recurso hídrico en cantidad y calidad, la cual es amenazada actualmente por la deforestación y la contaminación de las aguas superficiales. Esto origina un aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales que impacta negativamente sobre los ecosistemas naturales y que amenaza a la población por un alto riesgo de enfermedades de origen hídrico por el consumo de agua contaminada. La vulnerabilidad de los sistemas productivos debida a la inadecuada utilización del suelo y la dependencia de cultivos tradicionales, incide en que la población no logre satisfacer sus necesidades de alimentación; lo que contribuye con el deterioro de la calidad de vida de la población. Granos básicos: La producción de maíz se estima que se incrementará en el escenario optimista, mientras que en el escenario pesimista ésta disminuirá de ma-

nera significa, principalmente por el aumento en la temperatura y la disminución en las precipitaciones. En el caso de la producción de frijol, los resultados serán más drásticos.

Subcuenca del río Naranjo: Se espera que se mantenga la presencia de períodos prolongados con excesos de lluvias e inundaciones, que causarían pérdidas de cosechas de productos agrícolas, especialmente en la parte baja de la cuenca. Entre los factores no – climáticos que incrementa la vulnerabilidad futura están: (a) pobre desarrollo de la economía en la parte alta de la cuenca, (b) deterioro ambiental por el inadecuado uso de los suelos; y (c) incipientes niveles de organización social. Granos básicos: Los resultados obtenidos, aún cuando muestran crecimiento de la producción de maíz y frijol en el escenario pesimista, éste sería por abajo del 5%.

## Honduras

Las proyecciones de las enfermedades gastrointestinales para el 2015 indican que el municipio de Yoro presenta el más alto grado de incidencia para ambos escenarios; con 5,663 casos para el escenario pesimista y 163 casos para el escenario optimista. Para el caso de las Enfermedades de Transmisión Vectorial (malaria, dengue y leishmaniasis), las proyecciones al 2015 muestran que el mayor número de casos de enfermedades de transmisión vectorial se encuentra en Yoro (185 casos) para el escenario pesimista; y en el escenario optimista los municipios de

Yoro y Trujillo presentan el mayor número de casos con 30 y 15 respectivamente. **Anexo-VIII.** En cuanto a las enfermedades respiratorias (asma, bronconeumonía y amigdalitis), se espera que para el año 2015 el municipio de Olanchito, presentaría el mayor número de casos (5,403) que corresponden al 23% del total, para ambos escenarios.

Se espera que la desnutrición escolar se incremente en los municipios donde la elasticidad crecerá en mayores proporciones que la población (Jocón, Mangulile y Sonaguera). Para el año 2015 el municipio de Mangulile

presenta la mayor tasa de desnutrición escolar (58.4) que corresponden al 8.2% del total, para el escenario pesimista. Mientras que en el escenario optimista, Yorito presenta la mayor tasa de desnutrición (5.36) que representa el 15.69% del total.

La falta de acceso al riego por parte de los productores, es uno de los problemas más graves con los que se enfrenta la agricultura hondureña y en la actualidad no se vislumbran tendencias positivas para resolverlo, ya que las proyecciones para el 2015 indican un crecimiento bajo; esto implica que la producción agrícola continuará dependiendo de las condiciones climáticas. En el sector fores-

tal, se espera una reducción de los incendios en un 24% con respecto al año 2006, y un ligero incremento para el 2015. En el escenario pesimista para el 2015 el municipio con mayor número de hectáreas afectadas es Guata con 4,064 ha. El municipio con menor número de hectáreas afectadas es Sonaguera, con 125 ha. Con respecto a las plagas del pino (brotes de “gorgojo”), en el escenario pesimista para el año 2015 el municipio de Olanchito es el que presenta mayor número de brotes (403), seguido de Jocón (383) y La Unión (328) lo que representa el 18.36% del total de 2,195 casos.

## Mexico

La mayor amenaza para la agricultura de Tlaxcala será la disminución de la humedad de los suelos que pudiera convertirse en sequía agrícola y la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, que se reflejen principalmente en tormentas severas o en granizadas. Uno de los pocos elementos que podrían favorecer la agricultura de Tlaxcala es la disminución de la probabilidad de heladas. La caída de los rendimientos por el uso de suelos marginales o con riesgos climáticos mayores, aunado a la caída de los precios de los cultivos alternativos (trigo, sorgo y cebada), incide en que el futuro de la agricultura para Tlaxcala no sea tan promisorio, pues se combinan condiciones ambientales y económicas desfavorables.

Los escenarios de cambio climático para Tlaxcala proyectan una condición más seca (menor humedad en el suelo), con mayor frecuencia en los meses de primavera, por lo que el riesgo de incendios forestales aumentará sensiblemente y con ello la tasa de pérdida de cobertura forestal. Se estima que para el año 2080, de las 17,203 hectáreas que existen actualmente quedarán alrededor de 7,000 has. Un escenario tendencial o “business as usual” del sector bosques de Tlaxcala, indica que a una tasa anual promedio de 1%, cada 20 años se pierden el 20% de los bosques. De seguir esta tendencia para el año 2050 el estado contará sólo con el 20% del área forestal que tenía en 1980. **Anexo-IX.**



La situación actual del recurso hídrico en Tlaxcala es crítica. Sus proyecciones a futuro bajo consideraciones socioeconómicas son poco alentadoras y se convierten en preocupantes cuando se incluye el cambio climático. Los escenarios de cambio climático para el estado de Tlaxcala, indican que los aumentos de la temperatura, combinados con un déficit de precipitación pueden resultar tanto en una disminución de humedad en el suelo de entre 5 y 10% en los meses de

primavera, como en un retraso de un mes en el establecimiento de un superávit de humedad en el suelo. La comparación de escenarios A2 con B2 muestra que el impacto de A2 es más severo que el de B2, por lo que la mitigación cobra importancia para este sector. Bajo las proyecciones de cambio climático, la actividad agrícola tendrá que recurrir a esquemas de riego muy eficiente para mantenerse como una opción de trabajo por parte de la población.

## Nicaragua

En un escenario (pesimista) donde se aumentan las áreas de riego y se incrementa la población (0.5%), así como el número de industrias y la asignación de agua por habitante (600 m<sup>3</sup>/hab.). El consumo de agua de riego para este escenario aumenta de manera exagerada, aunque la capacidad del acuífero es grande, para satisfacer la demanda de agua en estas condiciones se necesitaría profundizar los pozos de bombeo, esto provocaría que los pozos excavados (artesanales) se sequen. Las condiciones de simulación se ajustan a un rendimiento seguro de extracción del acuífero de 1,200 MMC anuales, la demanda estaría satisfecha con las reservas del acuífero, sin embargo las dificultades se presentan al tener que utilizar bombas de mayor capacidad para elevar la columna de agua. **Anexo-X.** Es decir, un aumento en la profundidad del nivel de agua del acuífero, con las consecuentes dificultades de bombeo. La demanda de agua es satisfecha para todos los usuarios hasta el año 2010, luego debido a mayor área de cultivos se requiere más agua, y entonces se presenta un déficit

de agua hasta 500 MMC anuales. A partir del año 2010, León sufriría de escasez de agua, seguido de Chinandega. Los demás municipios (8) carecerían del recurso en cuanto a su disponibilidad desde la infraestructura existente. Se incrementaría la vulnerabilidad de las comunidades rurales más pobres y en fin, del pequeño productor. **Anexo-XI.**

**Sistema Agricultura.** Para evaluar la vulnerabilidad futura se prepararon tres escenarios, además se definieron las experiencias, limitaciones actuales y potenciales necesarias hacia la identificación de los indicadores y las acciones necesarias para enfrentar el cambio climático. Se elaboraron hipótesis donde se proyecta un incremento de todos los cultivos hasta el año 2011 y luego se mantiene constante hasta el 2015. Al 2015 las áreas agrícolas proyectadas alcanzarían un máximo de 186,000 manzanas (132,060 hectáreas). En el escenario optimista según tipo de rubro, no puede exceder el 4.3% anual máximo promedio (24% en 5 años). Para los cultivos de agro exportación se man-

tienen dos escenarios: uno, las áreas que ya existen sembradas y el otro es 4.3% del crecimiento anual.

De acuerdo al escenario más probable (moderado o de referencia), se esperaría un crecimiento moderado de la actividad productiva con un incremento en las exportaciones, se implementa una aplicación parcial de tecnologías de manejo limpio. Los entes reguladores del gobierno no cuentan con los recursos presupuestarios suficientes para cumplir con sus funciones. Se logra cubrir la seguridad alimentaria de la población rural en la cuenca en un 30%, debido a impactos

moderados de la sequía asociada al fenómeno El Niño. Se ha iniciado el proceso de cambios de tecnologías en los ingenios azucareros de la cuenca. Las áreas de ajonjolí orgánico se han incrementado en 10%. Aplicación parcial de medidas de conservación de suelos y agua. Se desarrolla parcialmente la industria química a partir del cultivo caña de azúcar, producción de alcohol etílico para carburante. Se implementan en un 50% las inversiones en el área agroindustrial e industrial. Existen políticas de crédito que tienen un impacto marginal en la inversión a largo plazo.

## Panamá

Se espera que frente a condiciones de altas precipitaciones la vulnerabilidad futura de la cuenca se acentúe por el riesgo a inundación, con mayor incidencia en la parte baja y media. Lo anterior unido a las condiciones de las viviendas y el débil acceso a medios de comunicación, aumenta la vulnerabilidad de las comunidades. Las condiciones de salud se ven afectadas por la contaminación de las aguas y las enfermedades respiratorias. Los períodos prolongados de lluvia intensa afectan la producción agrícola ya que alteran los ciclos de cultivo, mientras que en el caso de la producción pecuaria, también se ve afectada por el incremento de enfermedades y muerte de los animales.

Las características de las viviendas con deficiente conexión a redes de abastecimiento de agua, propician el desarrollo de enfermedades hídricas que ponen en riesgo la salud de las personas, especialmente de los niños. Además, las malas condiciones de saneamiento y disposición de desechos sólidos ponen en peligro los cursos principales de agua superficial, ya que por un lado provocan la contaminación de las aguas y por otro los desechos arrojados a los cauces crean diques que frente a lluvias intensas, incrementan el riesgo de destrucción de las viviendas y sobre todo de la vida de las personas.



## 3.6 Conclusiones

La construcción y el análisis de la vulnerabilidad futura se basó principalmente en la generación de los escenarios, los países utilizaron la técnica de Reducción de Escala (SDSM) y se construyeron proyecciones locales de temperatura y precipitación que permitieron derivar estimaciones de cambios en ciertas características del clima como son la variabilidad interanual y sus valores extremos. Posteriormente, fueron considerados criterios y aspectos socioeconómicos y ambientales nacionales y locales para mayor solidez de los argumentos.

Los principales resultados de los escenarios climáticos locales, utilizando la técnica de Reducción de Escala (SDSM), se describen a continuación:

### 3.6.1 Precipitación

- En las zonas de estudio de la región la tendencia es que los totales anuales de precipitación disminuyan para ambos escenarios (A2 y B2), a excepción de México y Panamá que reportan incrementos. En México, se espera un incremento marcado (60-70%) de las lluvias de verano (junio – agosto) bajo A2 (2080); y en B2 de 30 a 40%. En Panamá ambos escenarios (A2 y B2) proyectan incremento (de 30 a 70%) en las precipitaciones mensuales de enero, abril y mayo; pero menor en B2. En Nicaragua, para el escenario A2 (2020), podrían ocurrir incrementos en junio y julio, en 15% en promedio, y una reducción en agosto y septiembre del 24% respecto al promedio mensual. En Guatemala, en la cuenca San José, bajo los dos escenarios

(A2 y B2) tiende a aumentar de mayo a junio y a disminuir en julio y septiembre.

- En cuanto a eventos de lluvias diarias mayores a 40 mm, éstos disminuyen ligeramente en El Salvador para 2020 y 2085. A nivel mensual ese número disminuye hasta más del 10% para junio (A2 y B2) en 2085. En Panamá, la tendencia es que el número de estos eventos disminuyan hasta la mitad respecto a lo normal, en A2.

### 3.6.2 Temperatura

A nivel de la región de Centroamérica, México y Cuba, la señal de incremento de la temperatura del aire (máximas, medias y mínimas) es congruente, con algunas particularidades de escala local.

- La temperatura máxima absoluta podría incrementarse en ambos escenarios (A2, B2) entre 0.8 y 1.5° C en Tlaxcala, México, durante los meses de marzo a mayo (2020); y en el resto de los países entre 1 y 3° C en abril y mayo. En el Salvador y Nicaragua, la ocurrencia de las máximas se desplazaría, de abril a mayo.
- Los eventos de las temperaturas máximas absolutas superiores a 38° C, serían superadas significativamente en la mayoría de los países, particularmente El Salvador, Nicaragua y México. Para El Salvador y Nicaragua, dichos eventos podrían ocurrir en cualquiera de los meses de la época lluviosa, sobre todo en junio y septiembre (2020) en El Salvador; mientras que en Nicaragua en agosto y septiembre. Estos resultados, podrían estar relacionados con el hecho de que las áreas piloto de estos países están localizadas en la zona costera del Océano

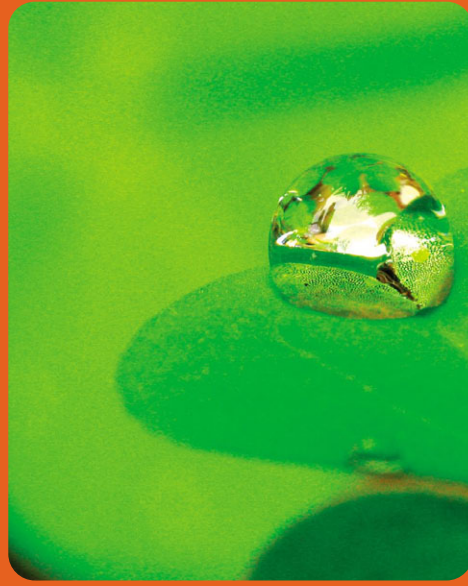


- Pacífico y se localizan relativamente cerca (150 kilómetros aproximadamente).
- La señal de la temperatura mínima es menos homogénea que la de la máxima. A nivel de la región los incrementos menores ocurrirían en Panamá, de 0.5 a 0.8° C (2080); y en México 1.0° C para ambos escenarios (A2 y B2) en el 2080. En la parte central de Centroamérica, los incrementos serían relativamente mayores; en El Salvador podría aumentar 1.8° C en abril (2020) y 2.3° C en 2085. En Nicaragua los resultados son diferentes, las mínimas se incrementan en 1. 2° C de mayo a septiembre en A2 (2020), y disminuyen 1.2° C de junio a octubre en B2.
  - El único aspecto positivo de las proyecciones de los escenarios de cambio climático, es que podría beneficiar a los productores agrícolas de Tlaxcala, México, al disminuir en 20% la ocurrencia de temperaturas de 5° C que incidiría en la reducción de las heladas. También, se espera que la humedad del suelo podría aumentar en 60% durante la época lluviosa.
  - La mayoría de los países utilizaron indicadores para la caracterización de los escenarios socioeconómicos futuros. Sin embargo, el abordaje fue diferente de un país a otro, en cuanto a su profundidad y alcance, y en particular en la habilidad para vincular de forma lógica e integral los diferentes entornos (social, ambiental y económico), con respecto a los atributos de la vulnerabilidad; así como las distintas fuerzas impulsoras que pudiesen explicar la vulnerabilidad futura. Los principales abordajes aplicados fueron:
    - » Líneas evolutivas para cada uno de los indicadores (Malone et al, 2004), que son proyecciones de tendencias que explican un panorama futuro;
    - » La técnica de escenarios y prospectiva estratégica, tiene como objetivo construir uno o varios escenarios futuros posibles y deseados a partir de la realidad actual;
    - » El análisis integrado de las macropolíticas nacionales actuales, las dinámicas generadas por éstas y su expresión local, así como las fuerzas motrices de cambio (indicadores clave seleccionados) para el año 2015;
    - » Evaluación cualitativa tomando en cuenta el mayor o menor uso del recurso hídrico para los períodos 2006-2010 y 2006-2025, de acuerdo a escenarios socioeconómicos optimistas o pesimista;
    - » Utilización de un pronóstico con base en la teoría socioeconómica de la cual se deduce un modelo matemático ( $Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n$ ), con el cual se genera un pronóstico; complementado con análisis de macro tendencias;
    - » Los escenarios socioeconómicos se elaboraron (2006-2015), considerando las acciones a desarrollarse en el mediano y largo plazo en los municipios de la cuenca, el comportamiento de la economía internacional, las políticas económicas nacionales y el grado de satisfacción del déficit social. Se consideraron como fuerzas impulsoras las políticas económicas, sociales, de población y productivas. El grado de cumplimiento de estas políticas y sus factores determinan el comportamiento futuro de cada uno de los escenarios.



- Los principales hallazgos de los países de la región en cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad futura de los sistemas priorizados, fueron:
  - » La amenaza del clima tiene un comportamiento progresivo ascendente. La expresión del riesgo en el 2010 y 2015 sigue la tendencia del componente de vulnerabilidad. Luego del 2015, la amenaza del cambio climático empieza a ser la principal fuerza impulsora del riesgo;
  - » El incremento de la población de la región de Centroamérica, México y Cuba, podría originar desequilibrios en la oferta de agua potable producto del cambio de clima, y repercutir en los grupos más vulnerables de cada país (adultos mayores, niños, pequeños productores, población rural, entre otros);
  - » El aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales que además de impactar negativamente sobre los ecosistemas naturales, incrementa la vulnerabilidad de la población por un alto riesgo de enfermedades de origen hídrico debido al consumo de agua contaminada;
  - » La población adulta bajo condiciones de pobreza y problemas de salud tiende a ser el grupo social más vulnerable, y su atención representa un alto costo económico, principalmente en las zonas donde la temperatura aumentará y la oferta hídrica disminuirá;
  - » Las proyecciones de las enfermedades gastrointestinales, de transmisión vectorial (malaria, dengue y leish-
- maniasis), y las respiratorias (asma, bronconeumonía y amigdalitis) para el 2015, indican que éstas se podrían incrementar entre 10 a 23% por cambios en la distribución temporal de la precipitación e incremento de las temperaturas del aire en superficie; principalmente en algunas regiones del Caribe de Centroamérica;
- » También se espera que los índices de desnutrición escolar se incrementen para el año 2015;
- » Los nuevos eventos de sequía y/o la permanencia de ésta, incidirá en la disminución de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las zonas más vulnerables en la región;
- » En algunos países, el entorno natural es el que más contribuye al incremento la vulnerabilidad futura, ya que reduce la capacidad de adaptación, debido a la profundización de la dinámica de deterioro ambiental y a la ausencia de ordenamiento territorial. Dichos procesos afectarían el desempeño de las funciones ambientales esenciales y de aquellas que dan soporte a la actividad humana y la vida. Los valores bajos de la elasticidad futura, aumentarían la vulnerabilidad para 2015, probablemente debido a la baja capacidad de control de los procesos de deterioro ambiental;
- » El esfuerzo e interés de los actores locales, incorporados en sus planes de desarrollo local, es un factor clave para reducir la vulnerabilidad futura de sus comunidades;

- » La vulnerabilidad de los sistemas productivos debida a la inadecuada utilización del suelo y la dependencia de cultivos tradicionales, incide en que la población no logre satisfacer sus necesidades de alimentación; lo que contribuye con el deterioro de la calidad de vida de la población;
- » En algunos países, se estima que es probable que la producción de maíz en el escenario pesimista pueda disminuir en forma significativa, principalmente por el aumento en la temperatura y la disminución de las precipitaciones. En el caso de la producción de frijol, los resultados serían más drásticos; en particular para los productores medianos y de subsistencia;
- » En el sector forestal, es probable un incremento de los incendios para el 2015 y de manera más drástica para el 2050. Con respecto a las plagas del pino (brotes de “gorgojo descortezador”), en el escenario pesimista para el año 2015 en el municipio de Olanchito, Honduras es el que presenta mayor número de brotes. Igualmente en Nicaragua, en la zona fronteriza con Honduras, es muy probable que se incrementen las áreas afectadas por esta plaga;
- » La mayor amenaza para la agricultura de la región, sería la disminución de la humedad de los suelos que pudiera convertirse en sequía agrícola y la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos;
- » De acuerdo a los escenarios climáticos y socioeconómicos, la combinación de condiciones climáticas y económicas adversas, podrían incidir en que el futuro de la agricultura no sea tan promisorio en la región; en particular en algunos países donde la condiciones actuales ya son difíciles;
- » La comparación de escenarios A2 con B2 muestra que el impacto de A2 es más severo que el de B2, por lo que la mitigación cobra importancia para este sector. Bajo las proyecciones de cambio climático, la actividad agrícola tendrá que recurrir a esquemas de riego muy eficiente para mantenerse como una opción de trabajo por parte de la población;
- » La reducción de los totales anuales de precipitación (10-20%), y de los acumulados mensuales durante el periodo canicular (julio – agosto); combinado con el aumento de las áreas de riego y el incremento la población, así como el número de industrias y la asignación de agua por habitante; es muy probable que se profundice el nivel del agua de los acuíferos, con las consecuentes dificultades de bombeo. En algunos países, a partir del 2010 se sufriría de escasez de agua, en cuanto a disponibilidad del mismo desde la infraestructura existente. Se incrementaría la vulnerabilidad de las comunidades rurales más pobres y en particular del pequeño productor.



## IV. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO



# IV. ESTRATÉGIAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

## 4.1 Introducción

---

Como se evidencia en los capítulos anteriores, en la región de Centroamérica, México y Cuba, la variabilidad del clima actual, incluyendo los eventos climáticos extremos como las sequías y las inundaciones, ocasionan grandes pérdidas y daños que afectan el desarrollo. Por ello, los esfuerzos orientados hacia la adaptación a estos eventos, podrían ayudar a reducir los daños a corto y mediano plazo, independientemente de cualquier cambio que pueda sufrir el clima a largo plazo.

En general, las políticas que promueven la adaptación, como por ejemplo, las que mejoran el manejo de los recursos naturales, o las condiciones sociales, también son esenciales para promover un desarrollo sustentable. A pesar de estas sinergias, está claro que la adaptación también involucra costos reales y no podrá impedir todos los daños previstos a futuro.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), ha creado dos estrategias para enfrentar el cambio climático, una de ellas es la mitigación que se hace a través del Protocolo de Kyoto y sus tres mecanismos de flexibilidad, consistiendo en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento de los sumideros de gases de efecto invernadero mediante la fijación y el alma-

cenamiento de carbono. La otra estrategia es la adaptación, que se ocupa de disminuir los impactos negativos del cambio climático a través de ajustes en los sistemas humanos, naturales, sociales y económicos, y aprovechar las posibles oportunidades que de estos cambios surjan.

Para elaborar las Estrategias de Adaptación al cambio climático, los países de la región siguieron los tres principios rectores de la CMNUCC; es decir, los principios de precaución, equidad y el que contamina paga.

En todos los países, las estrategias de adaptación son de carácter local para ser promovidas y ejecutadas en los territorios pilotos seleccionados, sobre la base de los resultados de las evaluaciones de la vulnerabilidad climática actual y futura, escenarios climáticos y socioeconómicos, problemática ambiental y social de los territorios, desarrolladas para tal efecto.

Las estrategias de adaptación proponen cómo incidir en el conjunto de problemas encontrados, con opciones de solución mediante medidas de adaptación, que a su vez promuevan el manejo integral y sistémico de los ecosistemas, el uso sostenible de los recursos naturales, integrar la participación de los actores, organismos, gobiernos locales e instituciones para promover el desarrollo de los sistemas económicos (agropecuarios,



forestales, y otros), así como la disminución de la degradación, contaminación de los ecosistemas y del recurso hídrico en particular.

Las medidas de adaptación priorizadas en los distintos contextos nacionales fueron de diferentes tipos. Sin embargo, predominan las de tipo anticipatorias y reactivas en función de la escala de tiempo y de los fondos disponibles para su implementación (públicos, privados o mixtos), para manejar integralmente los territorios seleccionados con el involucramiento de todos los actores a diferentes niveles para fomentar la reforestación, la conservación del suelo, la diversificación de cultivos por parte de los productores e impulsar los agro negocios, el uso sostenible del recurso hídrico, forestal y suelos para la gestión integral de los recursos naturales locales, a fin de aplicar buenas prácticas agrícolas, combinadas con educación ambiental, sensibilización ciudadana e impulsar o fortalecer el ordenamiento territorial, así como reducir las prácticas extensivas, entre otras.

También, se generaron medidas de adopción que podrían ser implementadas por las familias rurales y las organizaciones locales trabajando dentro del territorio, y medidas de incidencia, que deberían ser incorporadas en las políticas y acciones de las entidades gubernamentales municipales o centrales, como parte de sus atribuciones legales y responsabilidades institucionales.

Las propuestas de medidas de adaptación que a continuación se presentan, son el resultado de un proceso multidisciplinario e interinstitucional que consideró las fases de diagnóstico previas.

#### 4.1.1 Objetivos

Los países de la región identificaron y consultaron a nivel local los objetivos de sus respectivas estrategias de adaptación. Costa Rica llegó al nivel de identificar la Misión y Visión de su estrategia. **Anexo-XII**. Sin embargo, el elemento común de las estrategias en cada uno de los países integrantes, es el fortalecimiento de las capacidades locales para adaptarse al cambio climático.

Los objetivos generales comunes para la región estuvieron centrados en:

- El reforzamiento de las capacidades locales para incorporar el cambio climático en la gestión territorial, para incidir en las políticas y prioridades públicas en los niveles municipal y nacional; y para incrementar el margen de tolerancia al cambio climático de las estrategias de vida rurales locales.
- La formación de las capacidades locales sobre la adaptación al cambio climático, y mejorar el conocimiento de la variabilidad del clima y de los procesos relacionados con la ocurrencia de la sequía meteorológica y agrícola.
- El fomento de las acciones participativas a nivel ambiental, promover la sostenibilidad económica y fortalecer la capacidad de la sociedad y de las instituciones para la gestión integrada del recurso hídrico, que incrementen la capacidad de adaptación ante el cambio climático.
- El fortalecimiento de las capacidades locales para la protección y el manejo integral del recurso hídrico, en cuanto a calidad y cantidad; así como desarrollar capacidades de manejo de las fincas por

las comunidades y cooperativas con la adopción de técnicas apropiadas, para mejorar la productividad del suelo y aumentar los rendimientos de los cultivos

agrícolas y por ende, mejorar la calidad del ambiente, el nivel de vida de la población y viabilizar el desarrollo sostenible de la cuenca.

## 4.2 Metodologías

---

El diseño de las estrategias y medidas de adaptación están basadas en los resultados del proceso de evaluación de la vulnerabilidad climática actual y futura. A continuación se presentan de forma resumida las principales características de las metodologías utilizadas por los países de la región.

### 4.2.1 Costa Rica

Los resultados de los análisis de riesgo actual y futuro, junto con los impactos sociales, económicos y ambientales de los extremos climáticos, fueron los insumos para la construcción del problema central y sus relaciones de causa-efecto. A partir de ello, se inició el diseño del plan estratégico de adaptación, que es una propuesta de manejo de las medidas de adaptación identificadas y priorizadas. Como marco de la estrategia y derivado del problema central, se definió la misión y la visión del proceso. Como ejes de acción del plan estratégico, se propusieron los ejes ambiental, social y el económico, que son congruentes con los ejes de desarrollo nacional. Para cada eje se construyó un objetivo que sirviera de guía para la estrategia. Luego de definir el marco de referencia de la estrategia, se revisaron y propusieron políticas atinentes que sustentaran el plan.

### 4.2.2 Cuba

Las medidas de adaptación identificadas se evaluaron y jerarquizaron mediante el empleo de un procedimiento, basado en el análisis multicriterio, que generó alternativas calificadas de acuerdo a su trascendencia. Este método de selección, evaluación y jerarquización está basado en múltiples criterios que pudieran competir ante una toma de decisiones. Posteriormente, se construyó una matriz de comparación binaria con las medidas de adaptación seleccionadas, utilizando la escala de valoración continua de Saaty para la ponderación. Se utilizaron dos grupos de expertos para valorar en forma independiente las actividades productivas y no productivas. Luego se normalizaron las calificaciones y se sumaron hasta obtener los pesos correspondientes para cada opción.

### 4.2.3 El Salvador

La estrategia fue desarrollada conjuntamente con los actores locales, quienes identificaron, priorizaron, estructuraron y validaron el conjunto de medidas seleccionadas. Para la selección de las medidas de adaptación se identificaron, categorizaron y priorizaron los problemas para cada dimensión por entorno, en términos de debilidades y nivel de contribución de los indicadores a la elasticidad o capacidad de adaptación del



territorio. Para cada entorno se construyó un árbol de problemas y objetivos, se identificó para cada dimensión los problemas específicos a los cuales se asociaron las líneas de acción de la estrategia de adaptación.

El propósito de la estrategia se definió a partir de la agregación de los objetivos específicos de cada entorno. Una vez definido el conjunto de medidas, se procedió a definir el alcance de cada una y se detallaron las acciones específicas, ubicación geográfica y responsables de la ejecución por ámbito de adopción o incidencia.

#### 4.2.4 Guatemala

Las propuestas de medidas de adaptación, son el resultado de un proceso multidisciplinario e interinstitucional que consideró las fases de diagnóstico, evaluación actual, futura y formulación de la propuesta de medidas de adaptación. Dichas propuestas son específicas para el área de inundación (cuenca río Naranjo) y para el área de Sequía (subcuenca río San José). La estrategia de adaptación se refiere a un plan general de acción para abordar los impactos de los cambios climáticos, incluyendo variabilidad y extremos climáticos. Incluirá una mezcla de políticas y medidas con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de las dos cuencas en cuestión.

#### 4.2.5 Honduras

Se procedió a valorar y jerarquizar las medidas, las cuales se agruparon en cuatro ejes de actuación. Esta valoración se hizo con base en dos matrices: Matriz de Problemas-Objetivos y Matriz de Objetivos-Medidas. Cada uno de los objetivos recibe

un valor según los problemas con los que esté relacionado. Cada problema tiene un valor, el asignado en las fichas de problemas del diagnóstico basados en la magnitud, evolución esperada y urgencia de intervención, que oscila entre 0 y 15. **Anexo-XIII.**

En la matriz, se multiplica el valor de cada uno de los problemas por el grado en que se relaciona con los objetivos, es decir: 0 si no se relaciona el objetivo con el problema; 1 si hay una relación débil o indirecta y 2 si hay una relación fuerte o directa. Al final de la matriz se ofrece un valor total, que por razones de cuantificación, se ha dividido entre 100, el cual nos indica la importancia relativa de cada uno de los objetivos de cara a solucionar los problemas planteados.

#### 4.2.6 México

Del trabajo con diversos actores claves de sectores vulnerables al cambio climático de Tlaxcala, se concluye que las propuestas deben considerar las relaciones intersectoriales; es decir, las acciones en agua están altamente relacionadas con las de agricultura y bosques, y de forma similar las de bosques a las de agricultura. Tal situación es clara desde el momento en que se analizan las causas de la vulnerabilidad del estado ante el cambio climático.

Mediante un ejercicio con el modelo integrador, fue posible medir la sensibilidad de diversas medidas de adaptación para el sector agua, que involucran acciones en el sector forestal o en el sector agrícola. La visión de la adaptación debe ser integradora entre sectores, siendo ésta, la esencia misma de la gestión de riesgo ante cambio climático, como parte de las políticas de desarrollo.



Soluciones parciales o con un sesgo hacia un sector, mantendrán problemas de vulnerabilidad a menos que se incorporen a la adaptación otros sectores relevantes.

#### 4.2.7 Nicaragua

Para el proceso formal de asignación de prioridades a las medidas de adaptación, se utilizó el método de Análisis Multicriterios (AMC), a través de la Herramienta WEAP-AMC, de tal forma que se clasificaron las acciones que se identificaron para la conservación y preservación del recurso hídrico, así como para el incremento de la resiliencia y de la capacidad de adaptación del sector agrícola. **Anexo-XIV**. La estrategia está fundamentada en las siguientes líneas estratégicas: conservación del suelo y del agua, incremento de la productividad del suelo, reconversión de los sistemas de producción y participación; gestión y coordinación interinstitucional para la política y planificación ambiental.

Se consideraron criterios ecológicos, económicos y sociales, mientras los valores para la evaluación de las iniciativas fueron tomados de acuerdo al comportamiento del acuífero, a los valores de crecimiento de PIB y del ingreso per-cápita reportados en el informe de escenarios socioeconómicos futuros.

#### 4.2.8 Panamá

Los resultados de los estudios de vulnerabilidad actual y futura, en conjunto con el estudio socioeconómico del área de trabajo, sirvieron de base para que con los principales actores clave se desarrollaran talleres para identificar las actividades y medidas de adaptación para el sector hídrico y su relación con el sector agricultura. Para alcanzar los objetivos de la estrategia, se necesita establecer la estructura de funcionamiento, gestión, coordinación y seguimiento a la implementación de las medidas que se encuentren en ejecución, así como las principales vías de participación institucional a través de las cuales se desarrollan las tareas planificadas.

Para el desarrollo de la Estrategia de Adaptación, se hace necesaria la participación de cada uno de los actores claves en la gestión y utilización del recurso hídrico. El objetivo general de la participación, es la toma de decisiones compartidas que repercuten sobre nuestro sector de interés dentro de la cuenca del río Santa María y esta participación involucra la capacidad técnica y financiera para su ejecución.



## 4.3 Medidas de adaptación referidas a los sistemas seleccionados

---

A nivel de la región de Centroamérica, México y Cuba, la implementación de las acciones de adaptación pertinentes que conducirán a disminuir la vulnerabilidad y el riesgo futuro de los sistemas más expuestos al cambio climático, es directamente proporcional a la voluntad política en la mayoría de los países, a las condiciones sociales, económicas y ambientales en que se encuentran los territorios pilotos seleccionados; por lo tanto será necesario el involucramiento y fortalecimiento de las organizaciones existentes a nivel local, así como el apoyo a iniciativas de organización que puedan surgir con la finalidad de que se le dé sostenibilidad a las actividades y acciones que se pretenden implementar.

En la mayoría de los países, las medidas de adaptación priorizadas se agruparon inicialmente en objetivos y luego en líneas de acción, las que se acompañaron de sus respectivas medidas. A continuación se detallan las principales líneas de acción de las estrategias de adaptación de los países de la región.

### 4.3.1 Costa Rica

Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la observación sistemática del cambio climático, con el fin de prevenir e informar sobre la evolución de fenómenos atmosféricos.

Protección de la zona de recarga de la cuenca para mejorar la infiltración, fomentar la reforestación, las prácticas agrosilvopastoriles y disminuir la impermeabilización.

Acciones para reducir el consumo de agua, que comprende las medidas de producción más limpia y mejoras en la infraestructura de agua potable.

Medidas complementarias, tendientes a sensibilizar a la población para que esté dispuesta a actuar y adaptarse a los eventos extremos, producto del cambio climático.

Acciones individuales a nivel de familia, comunidad o institución, con el fin de adoptar medidas y buenas prácticas para el uso eficaz y eficiente del agua.

### 4.3.2 Cuba

Se identificaron el cuerpo de políticas, medidas, y acciones de adaptación referidas a los recursos naturales, sectores económicos, sistema de asentamientos humanos, con su orden de prioridades y horizontes temporales de implementación, distribuidas en: Aguas, Agricultura, Asentamientos Humanos y Viviendas, Población, Ganadería, Forestales, Suelos y Apicultura.

### 4.3.3 El Salvador

Diversificación e incorporación de mayor valor agregado a las actividades agropecuarias, para aumentar el margen de tolerancia climático de las estrategias de vida locales.

Fomento de iniciativas económicas no agropecuarias, para disminuir los impactos asociados a la sensibilidad climática del sector agropecuario.

Experimentación, validación y adopción de procesos y tecnologías, para aumentar el margen de tolerancia climática de las actividades agropecuarias.

Mejoramiento de las capacidades de manejo del ambiente local, a partir de criterios e indicadores validados y adoptados por los pobladores locales.

Mejoramiento del conocimiento local sobre los sistemas naturales, incluso la sensibilidad climática, para generar criterios e indicadores para su restauración, conservación y el mantenimiento de los medios de vida rurales.

Mejoramiento de la funcionalidad del territorio, a fin de aumentar la seguridad de las familias rurales y favorecer la incorporación de la adaptación al cambio climático dentro de las iniciativas de desarrollo local.

Fortalecimiento del marco legal e institucional a nivel municipal, para promover su aplicación efectiva en apoyo al desarrollo local y a la gestión sostenible del territorio, e incorporar así la adaptación al cambio climático.

#### **4.3.4 Honduras**

Las medidas de adaptación están referidas a cuatro ejes de intervención: Higiénico - Sanitario, Agroforestal; Hidrológico y de Prevención de Desastres; Eje Institucional y Socioeconómico. Según las matrices de valoración para la priorización de medidas, éstas se catalogaron en: urgente, alta, media y baja.

La identificación de las diferentes medidas se llevó a cabo mediante metodologías

participativas con la población perteneciente a diferentes segmentos del sector público (alcaldías, universidades, organizaciones comunitarias e instituciones gubernamentales locales) y sector privado (grupos de interés, empresas, gremios de productores y organizaciones privadas de desarrollo). Se determinó un Plan Operativo para 15 años al planificar para los primeros 5 años la ejecución de las medidas más urgentes y en el último periodo las medidas menos prioritarias.

#### **4.3.5 Guatemala**

Combate de la pobreza a través del manejo adecuado de los recursos naturales con énfasis en adaptación al cambio climático.

Creación de capacidades de adaptación en comunidades rurales y municipalidades.

Promover el desarrollo sostenible a través de la Gestión Local de Riesgo.

Aplicar medidas para la rehabilitación de la base de la producción agrícola y la reducción de la vulnerabilidad física, estructura, social, económica y ambiental ante efectos de sequía.

#### **4.3.6 México**

Las medidas de adaptación prevén actuar principalmente del lado de la demanda y del control de la contaminación, así como para incrementar la seguridad hídrica y la protección de la sociedad; incrementar la capacidad de almacenamiento ante lluvias extremas; favorecer la recarga hídrica; garantizar la existencia de acuíferos y fuentes secundarias de agua; fortalecer las capacidades regionales y locales por medio del res-



cate de estrategias locales frente a escasez de agua.

Agua como recurso integrador. Una reforma integral es necesaria en el sector para que recobre su dinamismo y papel prioritario en la seguridad alimenticia nacional. Como parte de esa reforma, el uso del agua, del bosque y del suelo, deberá mejorarse sustancialmente.

#### 4.3.7 Nicaragua

Conservación del suelo y del agua en el corto plazo, para el manejo integral de la Cuenca, con el objetivo de evitar que continúe el deterioro y disminución de la disponibilidad en cuanto a cantidad y calidad del agua.

Crecimiento en la productividad del suelo, para incrementar el área de cobertura vegetal, disminuir el deterioro del suelo por erosión eólica e hídrica, incrementar la sostenibilidad del acuífero y mejorar la producción para elevar el nivel de vida de la población y contribuir al desarrollo sostenible de la cuenca.

Reconversión de los sistemas de producción, para facilitar el acceso del riego por goteo a los pequeños agricultores y su participación en mercados de mayor valor agregado, tanto del sector doméstico como de las exportaciones; así como construir una infraestructura de comercialización en las zonas secas de la Cuenca, para diversificar los medios de vida de la población rural.

Participación, gestión, coordinación interinstitucional para la política y planificación ambiental, para mejorar la aplicación de la legislación ambiental vigente, el fortalecimiento de estructuras organizativas,

procesos en gestión ambiental municipal y participación ciudadana; así como implementar acciones de educación ambiental formal y no formal en los municipios y comunidades de la cuenca.

#### 4.3.8 Panamá

Establecimiento de una estrategia de divulgación y concienciación del tema de cambio climático en la cuenca del río Santa María a nivel formal e informal.

Desarrollo y aplicación de modelos hidrológicos para correlacionarlos con el sector agricultura y otros sectores dependientes del recurso (energía, forestal, entre otros.).

Desarrollo de directrices para incorporar en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental y de Planes de Adecuación y Manejo Ambiental, consideraciones relativas a los impactos del cambio climático en los proyectos del sector hídrico.

Mejoramiento de las redes de monitoreo de recursos hídricos y el establecimiento de un sistema permanente de monitoreo de cantidad y calidad del agua.

La utilización de secadores de plástico tipo túnel con energía solar para evitar la pérdida de la cosecha por pudrición (manejo postcosecha).

Implementación de sistemas de riego por goteo, tecnología que contribuye a dotar a los cultivos de los requerimientos de agua, con un menor consumo y obtener producción en épocas de mayor demanda para la exportación.

### 4.3.9 Medidas de adaptación locales para el sistema recursos hídricos

La mayoría de los países que identificaron y priorizaron medidas de adaptación referidas al sistema recursos hídricos, convergen hacia la gestión integrada de éstos con la finalidad de enfrentar los impactos adversos del cambio climático. Así mismo, los países identificaron una buena cantidad de acciones de adaptación que ya están en ejecución, y que deben ser retomadas junto con las nuevas opciones. Algunos ejemplos de dichas medidas de adaptación se detallan a continuación:

#### Medidas de Adaptación en el Sistema Recursos Hídricos

##### COSTA RICA

1. Tratamiento de aguas residuales de actividades agropecuarias.
2. Incentivos para tratar las aguas residuales y estimular la producción limpia.
3. Mejoramiento de la infraestructura del servicio de agua potable.
4. Inducir una cultura de aprovechamiento de otras fuentes de agua para uso no potable.
5. Fortalecimiento del programa nacional de pago de servicios ambientales para el recurso hídrico en el área.
6. Implementación del canon ambiental por vertidos.
7. Implementación del canon de aprovechamiento de agua.
8. Estimular tecnologías que permitan el uso eficaz y eficiente del recurso hídrico y energético como adaptación al cambio climático.

##### CUBA

9. Determinar sistemáticamente la capacidad de entrega de aguas aprovechables en el territorio (superficial y subterránea).
10. Impulsar la conclusión y mantenimiento de los sistemas de riego a partir de obras de embalse ejecutadas, y la actualización de los niveles de demanda y de las prioridades establecidas.
11. Revisar las normas de consumo de agua de los diversos cultivos, y la adaptación de las diferentes variedades introducidas a las nuevas circunstancias de sequía.
12. Reforzar los aspectos referidos al recurso agua, distribución, almacenamiento y consumo dentro del plan de contingencia a la sequía.
13. Diseñar la solución potencial del abasto de agua a partir del establecimiento de infraestructuras regionales como trasvases a distancia, entre otros.
14. Mantener normas de consumo de agua diferenciada y ajustada, acorde a las circunstancias derivadas de la sequía.
15. Impulsar, según prioridades y posibilidades económicas, el uso de riego localizado por goteo, u otros menos consumidores de agua que el tradicional aniego.



## Medidas de Adaptación en el Sistema Recursos Hídricos

### EL SALVADOR

16. Mejoramiento del manejo del embalse hidroeléctrico 15 de septiembre, a fin de prevenir o minimizar los impactos negativos vinculados a un posible incremento de la frecuencia o intensidad de los eventos climáticos extremos; y prevenir la exacerbación de dichos impactos debido a las descargas realizadas para la protección del embalse.
17. Disminuir los niveles de contaminación del suelo, agua y aire, a fin de mejorar la calidad del ambiente local, que reduzca su vulnerabilidad al cambio climático.
18. Desarrollo de construcciones tendientes a mejorar la contribución de las obras de protección y drenajes al control y manejo apropiado de las inundaciones.
19. Adopción de planes de manejo de las subcuencas hidrográficas para su conservación, a fin de prevenir o minimizar los impactos asociados al cambio climático.
20. Desarrollo y ejecución de planes de manejo para la restauración, conservación y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y sistemas naturales locales y consideración de su sensibilidad climática.

### GUATEMALA

21. Planificación para la prevención de desastres naturales que afecten los sistemas de agua y saneamiento.
22. Dragado de los cauces de los ríos en época seca, y limpieza de los cauces de los ríos.
23. Prácticas apropiadas de conservación de suelos y de agua.
24. Establecimiento de plantaciones y sistemas agroforestales. Emplear el árbol como elemento de protección de fuentes de agua.

### HONDURAS

25. Establecer el consejo de la cuenca del Aguan como el órgano máximo de planificación para toda la cuenca.
26. Reforestación y rehabilitación forestal con fines de protección en zonas de elevada pendiente, de generación de agua y a lo largo de los cursos de agua.
27. Establecimiento de micro centrales hidroeléctricas por toda la cuenca mediante la metodología FHIA.
28. Implementación de sistemas de riego para toda la cuenca.
29. Establecimiento de 3 presas multipropósito de tamaño medio en la parte alta de la cuenca (ríos Aguan, Yaguala y Mame).

## Medidas de Adaptación en el Sistema Recursos Hídricos

### MEXICO

30. Incrementar la capacidad de almacenamiento ante lluvias extremas.
31. Favorecer la recarga hídrica.
32. Garantizar la existencia de acuíferos y fuentes secundarias de agua.
33. Fortalecer las capacidades regionales y locales por medio del rescate de estrategias locales frente a escasez de agua.

### NICARAGUA

34. Cosecha de agua para fortalecer la seguridad del agua en las áreas secas y garantizar la disponibilidad de alimentos, y el potencial para la diversificación de la producción comercial en pequeña escala.
35. Soluciones de baja tecnología con alto rendimiento de desarrollo humano.
36. Control eficiente del uso del agua sobre todo en los sistemas de riego para monocultivos (caña de azúcar y maní).
37. Control y regulación de las aguas servidas provenientes de las industrias y del sector doméstico.
38. Manejo integral de la Cuenca No. 64, que incluye el manejo integral del agua, suelo y bosque, así como el ordenamiento territorial.
39. Actualizar la evaluación hidrogeológica del acuífero León – Chinandega.

### PANAMÁ

40. Mejoramiento de las redes de monitoreo de recursos hídricos y el establecimiento de un sistema permanente de monitoreo de cantidad y calidad del agua.
41. Desarrollo y aplicación de modelos hidrológicos para correlacionarlos con el sector agricultura y otros sectores dependientes del recurso (energía, forestal, entre otros).
42. Implementación de sistemas de riego por goteo, tecnología que contribuye a dotar a los cultivos de los requerimientos de agua, con un menor consumo y obtener producción en épocas de mayor demanda para la exportación.
43. Desarrollo de un sistema de alerta temprana en las poblaciones más vulnerables a eventos de crecida.
44. Desarrollo de directrices para incorporar en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental y de Planes de Adecuación y Manejo Ambiental consideraciones relativas a los impactos del cambio climático en los proyectos del sector hídrico.



#### 4.3.10 Medidas de adaptación locales para el sistema agricultura

Un problema generalizado en las cuencas estudiadas en la región, es el bajo rendimiento de los suelos como resultado de las malas prácticas agrícolas, lo cual se refleja en los altos costos de producción. Por lo tanto, a través de las Estrategias de Adaptación, los países priorizaron medidas para mejorar la productividad de los suelos y reducir los impactos de la sequía y otros problemas ambientales importantes, como el alto uso de plaguicidas, excesivo laboreo y sobreexplotación de los suelos y de los acuíferos para el riego de los cultivos. Dicha estrategia ayudará a incrementar el área de cobertura vegetal, disminuir el deterioro del suelo por erosión eólica e hídrica, incrementar la sostenibilidad de los acuíferos y mejorar la producción para elevar el nivel de vida de la población y contribuir al desarrollo sostenible de los territorios estudiados.

##### Medidas de Adaptación en el Sistema Agricultura

###### COSTA RICA

1. Mejorar el manejo de la fertilización nitrogenada.
2. Promoción de la producción y comercialización de la agricultura orgánica.

###### CUBA

3. Introducir nuevos tipos y variedades de cultivos más resistentes a las condiciones de sequía.
4. Implementar nuevas técnicas de riego en el territorio (goteo).
5. Establecer cultivos más factibles de mantener en el territorio bajo una agricultura de secano.
6. Introducir variedades de caña de azúcar altamente resistentes a la sequía, propiciar el riego mínimo y brindar, en tiempo, los niveles de fertilizantes exigidos por el cultivo y los suelos para lograr las producciones esperadas.
7. No permitir las siembras hasta tanto no se garantice la humedad mínima requerida en los suelos para evitar pérdidas de semillas y otros esfuerzos.



## Medidas de Adaptación en el Sistema Agricultura

### EL SALVADOR

8. Fomento de la diversificación de la base productiva con especies y variedades de animales y plantas tolerantes a la variabilidad y cambio climático (v. g.: plantas, medicinales, animales menores, acuicultura) que incorporen el enfoque de cuenca y paisaje natural.
9. Introducción de procesos de transformación para agregar valor a las materias primas agropecuarias (v.g.: tomate, marañón, plantas medicinales).
10. Desarrollo de un programa de micro-finanzas para el fomento de actividades de alto valor agregado dentro de la producción agropecuaria.
11. Intensificación y tecnificación de la actividad agropecuaria a fin de enfrentar apropiadamente los impactos del cambio climático, mediante programas de riego por goteo, que utilicen fuentes renovables de energía, tecnologías, sistemas y prácticas amigables con el ambiente.

### GUATEMALA

12. Prácticas de conservación de suelos y de agua.
13. Establecimiento de plantaciones y sistemas agroforestales.
14. Mejoramiento de la infraestructura social y productiva, capacitación y fortalecimiento organizacional.
15. Educación para servicios de apoyo a la producción; generación de ingresos y empleo rural en la ejecución de actividades productivas.
16. Aprovechamiento de las condiciones climáticas y físicas para establecer sistemas productivos (selección de material genético, diversificación de cultivos, conservación de suelos, combinación de fertilizantes químicos y orgánicos, uso racional del agua a través de un sistema de riego).

### HONDURAS

17. Investigación y desarrollo de nuevos productos agrarios sostenibles.
18. Incrementar obras de conservación y protección del suelo en laderas y montañas.
19. Estimular el cooperativismo agrario a través de ayudas en asistencia técnica y financiamiento.
20. Extender el seguro agropecuario a los pequeños y medianos productores.
21. Mejorar bancos de semillas para producir materiales genéticos adaptados a los más probables escenarios climáticos.



## Medidas de Adaptación en el Sistema Agricultura

### MEXICO

1. Recuperación de suelos a través de un programa de mejoramiento del suelo.
2. Colocación de invernaderos de (96m<sup>2</sup>), en donde las familias puedan obtener jitomate, tomate y chile mediante técnicas orgánicas.
3. Uso del pronóstico climático.
4. Riego por goteo para asegurar la humedad del cultivo.

### NICARAGUA

34. Plan de ordenamiento municipal de acuerdo a la vocación del suelo: (a) Uso del suelo de acuerdo a su potencialidad y vocación productiva; (b) restauración de las micro-cuencas de acuerdo a la vocación del suelo.
35. - Desarrollar capacidades de manejo de las fincas para mejorar la productividad del suelo y aumentar los rendimientos de los cultivos agrícolas: (a) semillas mejoradas; (b) fomento de producción orgánica e implementación de mínima labranza; y (c) diversificación de cultivos e intensificación de la agricultura intensiva con especies enriquecedoras del suelo.
36. Implementación de buenas prácticas agrícolas: (a) controlar las quemadas agrícolas para evitar los incendios forestales; y (b) impulsar cultivos no tradicionales y el uso de insecticidas y abono orgánico.
37. Diversificación e intensificación de la actividad agrícola y silvícola: (a) riego en pequeña escala por goteo; (b) introducción de insecticida y abono orgánico.
38. Establecimiento de canales de comercialización que apoyen al productor. Reactivación y fortalecimiento de la infraestructura productiva.

### PANAMÁ

40. La utilización de la caña de azúcar, sorgo forrajero y otros pastos para ser cortados en forma escalonada para consumo fresco.
41. Utilización de semillas mejoradas más resistentes a las nuevas condiciones ambientales y tolerantes a enfermedades.
42. Utilización de secadores de plástico tipo túnel con energía solar para evitar la pudrición de la cosecha (manejo postcosecha).
43. Siembra de pastos mejorados con mayor contenido proteico que permiten una mayor preservación tanto para henificación (pastos en estado seco) como ensilaje (pastos en estado verde) y por ende, contribuirá a una mejor alimentación y producción.

#### 4.3.11 Medidas de adaptación locales para el sistema forestal

##### Medidas de Adaptación en el Sistema Forestal

###### CUBA

1. Propiciar y orientar la creación de bosques energéticos con vistas a evitar la degradación de las formaciones boscosas de protección, para el consumo doméstico de leña.
2. Fortalecer el cuerpo de inspectores guardabosques y controlar la explotación furtiva de los bosques para evitar su degradación.
3. Incorporar a la población en el proceso de reforestación y que disponga de los medios y orientaciones mínimos.
4. Promover y fortalecer la creación de fincas forestales como vía de recuperación del bosque, que establece un nuevo tipo de agricultura de autoconsumo.
5. Identificación física de las zonas a reforestar.
6. Perfeccionar los programas de reforestación y manejo de los recursos forestales (Plan Manatí).

###### EL SALVADOR

7. Mejorar la regulación, control y manejo de los sistemas naturales locales, a fin de garantizar su aprovechamiento sostenible, protegiendo su integridad ambiental.
8. Desarrollo y ejecución de planes de manejo para la restauración, conservación y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y sistemas naturales locales, considerando su sensibilidad climática.

###### GUATEMALA

9. Incluir el árbol como elemento productivo: establecer sistemas agroforestales en donde se combinan cultivos con árboles frutales.
10. Sostenibilidad del proceso de reforestación que se orienta hacia la aplicación del Programa de Incentivos Forestales del Instituto Nacional de Bosques.

###### HONDURAS

11. Estimular la implementación de plantaciones forestales y energéticas para fijar CO<sub>2</sub> y utilización para biocombustibles, así como su certificación y comercialización para rentabilizar su explotación racional.
12. Prevención y control de los incendios forestales y de plagas.
13. Extensión de fogones mejorados para disminuir contaminación intrafamiliar y reducir la presión sobre leña.



## Medidas de Adaptación en el Sistema Forestal

### MÉXICO

14. Reforestación: (a) programa de plantación de árboles de baja talla que presentan mayor resistencia a sequías o que requieren poco riego en los primeros meses; (b) cambios en el calendario de siembras de árboles para asegurar una mayor probabilidad de supervivencia; (c) establecimiento de zonas o bosques semilleros y calendario de colecta; (d) reforestar con especies nativas del estado; (e) implementación de mejoramiento genético de las especies; (f) incursionar en sistemas productivos agro-silvo-pastoriles (g) programas de saneamiento vegetal (h) implementación de viveros municipales (i) identificación de áreas para reforestación.
15. Conservación. Implementación de programas de pago por servicios ambientales.
16. Producción. (a) Verificar las áreas con potencial para el aprovechamiento forestal ya aprobadas por CONAFOR; (b) Impulsar sistemas agro-silvo-pastoriles.

### NICARAGUA

17. Establecimiento de sistemas de plantaciones con: frutales, energéticos y maderables; así como cultivos en asocio.
18. Establecimiento de plantaciones con pastos mejorados y árboles forrajeros.
19. Habilitar y equipar brigadas contra incendios forestales.
20. Implementar un programa de reforestación, sobre todo en la parte alta de la Cuenca, con el involucramiento de los grandes productores principalmente (cañeros, bananeros y maniceros).

#### 4.3.12 Otros aportes en términos de medidas de adaptación

Para garantizar la efectividad y la eficiencia en la futura implementación de las estrategias locales de adaptación, se identificaron una serie de acciones y medidas tendientes a garantizar el fortalecimiento del marco legal e institucional a nivel municipal, y promover su aplicación efectiva, en apoyo al desarrollo local y a la gestión sostenible del territorio, a fin de incorporar la adaptación al cambio

climático. También, se identificaron medidas para impulsar el desarrollo de procesos de comunicación y sensibilización dirigidos a promover el cambio de actitud de todos los actores que inciden en las cuencas, respecto a los sistemas estudiados y promover el fortalecimiento de las capacidades de las organizaciones de base; así como implementar campañas de educación ambiental con énfasis en adaptación al cambio climático.

A continuación, se resumen las medidas de adaptación más comunes a nivel regional con respecto a los sistemas humanos priorizados por país.

- Diseño de un esquema de aplicación local del marco legal nacional y municipal vigente, con incidencia directa en la gestión y transformación territorial y el manejo de riesgos ambientales, incluyendo los climáticos;
- Desarrollo de nuevas normativas locales o nacionales necesarias para el manejo apropiado de los riesgos climáticos actuales y futuros, sobre la base de los criterios e indicadores derivados de un modelo espacial que proyecte en el territorio los impactos del cambio climático;
- Aplicación de la legislación vigente sobre el uso adecuado de los recursos hídricos, suelos y bosques. Mecanismos de coordinación y arreglos interinstitucionales para la aplicación de la legislación vigente. Revisar y crear nuevas ordenanzas ambientales referidas a los sistemas recursos hídricos y agricultura;
- Generación de nuevas oportunidades de desarrollo local que contribuyan a prevenir o minimizar los impactos del cambio climático en la calidad de vida de las familias rurales locales;
- Integrar actividades de capacitación y servicio en los asentamientos de base del sistema de asentamientos humanos, con vistas a divulgar los problemas de la sequía y dar cobertura a problemas sociales generados por el déficit en una actividad productiva dependiente de las lluvias;
- Desarrollo de programas de capacitación y formación para grupos clave de la población local, sobre las amenazas, retos y estrategias para enfrentar el cambio climático global, dentro del marco de las iniciativas de desarrollo local;
- Fortalecimiento de los sistemas locales de comunicación, a fin de mejorar y ampliar la transmisión y divulgación de la información relacionada con la comprensión, prevención y alerta del cambio climático;
- Mejorar los niveles de participación de los diversos actores en los territorios para enfrentar al fenómeno de la sequía;
- Mejorar los mecanismos de información alrededor de las alertas tempranas y la capacitación a la población y otros actores del territorio sobre el plan de medidas para cada etapa, derivado de la complejidad del fenómeno meteorológico, hídrico y agrícola;
- Incluir la problemática de la sequía y la adaptación al cambio climático en todas las actividades de capacitación, por las vías formales e informales, en los territorios estudiados; y en los objetivos formativos de los distintos niveles de enseñanzas primaria, media y superior; talleres; organizaciones de base campesina; gobierno, entre otros;
- Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la observación sistemática que contribuya con la adaptación al cambio climático;
- Programa de información pública y sensibilización sobre el conjunto de problemas y las medidas de adaptación al cambio climático;
- Implementar un programa de educación ambiental para toda la población, participación social y organización comunitaria, con énfasis en adaptación al cambio climático;



- Realizar campañas periódicas de prevención de enfermedades de transmisión vectorial y bronco respiratorias, vinculadas al cambio climático.
- Profundizar entre los pobladores sobre la cultura del ahorro del agua.
- Capacitación a pequeños productores sobre sistemas de riego eficientes.

#### **4.4 Capacidad para la implementación de las medidas de adaptación: fortalezas y debilidades para la adaptación ante el cambio climático**

---

Como paso previo a la aplicación de las medidas de adaptación ante el cambio climático, es importante identificar las fortalezas y las barreras existentes en cada país para enfrentar los impactos de los eventos extremos y la variabilidad del clima asociados al cambio climático, tomando en consideración el potencial político, humano, tecnológico y económico existente, así como los aspectos de índole informativo, el estado de los recursos naturales y el ambiente de las zonas piloto estudiadas.

Las medidas de adaptación priorizadas deberían abarcar un amplio abanico de posibilidades que estimule la reflexión y la toma de decisiones, además deberán tener un carácter integral y ofrecer un marco de propuesta de acciones individuales a los distintos grupos de actores que garanticen una paulatina y sostenida disminución de los impactos adversos del cambio climático, y que se produzca el menor impacto al medio ambiente. Además debe establecerse la forma en que estas medidas serán coordinadas y consensuadas, previas a su implementación en el territorio, para cada sistema, sector o recurso en particular. En algunos países las investigaciones realizadas indican la existencia de medidas de adaptación implementadas, sin el debido análisis técnico de su efec-

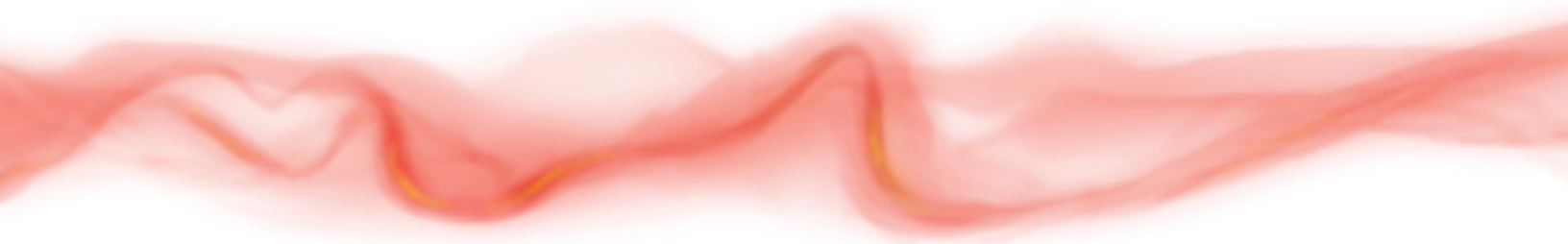
to perspectiva, lo cual incide en la eficacia y eficiencia de las mismas.

Para lograr la implementación de las medidas, será necesario acompañar las regulaciones con acciones informativas y disuasivas que podrán llegar a los incentivos económicos, en los casos más complejos; se requerirá también de un sistema de inspección para lograr su adecuado cumplimiento una vez consensuadas.

En el Cuadro IV.4.1, se resumen las fortalezas y debilidades (barreras) identificadas por los ocho países participantes en el proyecto regional de adaptación al cambio climático.

A nivel de la región de Centroamérica, México y Cuba, la prioridad principal se brinda al uso racional de las aguas y la garantía, en primer término, de este líquido para la población que vive en los territorios pilotos estudiados.

Particularmente, en el caso de Cuba, la barrera principal es la insuficiencia financiera que constituye la base de las limitaciones de ejecución del conjunto de políticas, acciones y medidas a implementar a corto, mediano y largo plazo para la adaptación de los territorios, la población y las formas de producción agropecuaria y forestal.



En el resto de los países, se pueden generalizar las siguientes barreras que podrían limitar la implementación de las estrategias de adaptación ante el cambio climático:

- Prioridad política baja y en algunos casos marginal;
- Políticas nacionales inadecuadas de asignación de recursos;
- La falta de voluntad política de los países industrializados para transferir los recursos técnicos y financieros que necesitan los países en desarrollo para la adaptación;
- Falta de coordinación interinstitucional a todos los niveles, incluyendo a la sociedad civil, academia y otros actores como donantes;
- La mayoría de los países de la región no tienen una política sobre cambio climático que integre las estrategias de mitigación de GEI y de adaptación ante los impactos adversos del cambio climático;
- Falta de visión e integralidad de los macro programas de desarrollo que están en ejecución en los países;
- Marco jurídico conceptualmente difuso en algunos países;
- Carencia de recursos y elevado costo de las medidas de adaptación, ya que aún no se separa claramente los costos de la parte del desarrollo social y económico de los países, con los costos reales de la adaptación al cambio climático;
- Conocimiento insuficiente de la problemática del cambio climático, sobre todo de los tomadores de decisiones;
- El predominio de criterios, procedimientos y esquemas de ejecución rígidos e inapropiados, dentro de los organismos (multilaterales o bilaterales), que actúan como agencias de implementación de los fondos para la adaptación;
- La iniciativa privada aún no está integrada de manera convincente en los procesos de adaptación al cambio climático en los países de la región.



**Cuadro 4.4.1. Resumen de fortalezas y debilidades identificadas para implementar las estrategias de adaptación en la región de Centroamérica, México y Cuba.**

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>CUBA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voluntad política.</li> <li>• Alta escolaridad.</li> <li>• Experiencia de los gobiernos locales e instituciones encargadas de la toma de decisiones.</li> <li>• Existencia de actores de dirección local, con sentido de permanencia y conocimiento del territorio.</li> <li>• Aceptable capacidad técnica e institucional, sujeta a perfeccionarse.</li> <li>• Posibilidades de capacitación a los diferentes actores.</li> <li>• Población organizada en ONG que garantizan la participación ciudadana en la toma de decisiones e implementación de las acciones.</li> <li>• Productores organizados por formas de producción de la tierra.</li> <li>• Experiencia en el ordenamiento territorial y urbano en los municipios y la provincia.</li> <li>• Monitoreo y alerta temprana de sequía en los municipios, que favorecen la correcta toma de decisiones a los gobiernos, y otros actores.</li> <li>• Existencia de planes de contingencia ante desastres, desarrollados por la defensa civil.</li> <li>• Aceptable marco legal y regulatorio.</li> <li>• Conocimiento general sobre la existencia de un proceso de cambio climático de nivel planetario, que puede manifestarse a escala local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitados recursos financieros.</li> <li>• Insuficiente claridad en la población sobre el papel desempeñado por las autoridades locales en la solución de los problemas generados por la sequía.</li> <li>• Poco reconocimiento por parte de la población sobre el papel que juegan como actores en los procesos de degradación del medio y los efectos secundarios que suelen derivarse de estas intervenciones.</li> <li>• No existe conciencia por parte de la población sobre el posible mantenimiento de las condiciones del evento de sequía en el territorio, por un período de tiempo imprevisible aún.</li> <li>• Insuficiente sistema de vigilancia que garantice el cumplimiento de las regulaciones existentes en el territorio, referidas al uso de los recursos naturales (agua, suelo y bosques).</li> <li>• Uso tradicional de cultivos en seco, no resistentes a la sequía.</li> <li>• Deterioro del fondo habitacional y de los bienes de la población.</li> <li>• Falta de alternativas para salvaguardar la masa ganadera.</li> <li>• Rasgos de insuficiencia alimentaria.</li> </ul>



FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>COSTA RICA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buenos índices de desarrollo socioeconómico.</li> <li>• Información detallada para diagnósticos.</li> <li>• Amplia legislación.</li> <li>• Experiencia en protección y conservación ambiental.</li> <li>• Sector forestal consolidado.</li> <li>• Liderazgo del Instituto Meteorológico Nacional.</li> <li>• Liderazgo de la CNE.</li> <li>• Educación ambiental formal e informal.</li> <li>• Iniciativas privadas de ahorro en consumo agua.</li> <li>• Método replicable de análisis al resto del país.</li> <li>• Creación de capacidades en tema ambiental.</li> <li>• Buen nivel de organización local.</li> <li>• Cultura ecológica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sociedad poco preparada para eventos extremos.</li> <li>• Mala infraestructura vial.</li> <li>• Poca intervención de las municipalidades.</li> <li>• Contaminación de fuentes de agua.</li> <li>• Desarticulada gestión de la administración del agua.</li> <li>• Mal manejo de desechos y aguas residuales.</li> <li>• Problemas de financiamiento y adjudicación de obras.</li> <li>• Infraestructura pluvial colapsada.</li> <li>• Infraestructura de distribución del agua dañada.</li> <li>• Escasa valoración del recurso agua para consumo.</li> <li>• Poca participación ciudadana en la gestión.</li> <li>• Poca planificación del desarrollo urbano.</li> </ul>



FORTALEZAS	DEBILIDADES
EL SALVADOR	
<p>La estrategia ha sido adoptada por los actores locales que participaron en su elaboración.</p> <p>Hay conocimiento y conciencia local sobre la vulnerabilidad climática y la amenaza que representa el cambio climático futuro.</p> <p>Algunas medidas de adaptación serán adoptadas y ejecutadas por los actores locales dentro de sus iniciativas de desarrollo local.</p> <p>La existencia de alianzas entre los actores locales y las municipalidades, facilitaría la incidencia para que se ejecuten las medidas de adaptación que son responsabilidad municipal.</p> <p>La existencia de programas locales de incidencia en las políticas públicas, facilitaría la ampliación de dichos programas incorporando las medidas de adaptación pertinentes de acuerdo a la estrategia de adaptación local.</p> <p>El grado de protección de las áreas naturales y el interés y el compromiso por parte de las organizaciones y pobladores locales, de fomentar la restauración, conservación y manejo sostenible de éstas.</p> <p>Existe una amplia normativa legal en la materia ambiental.</p>	<p>La falta de financiamiento local para la ejecución de las medidas de adaptación por parte de las familias rurales y sus organizaciones locales.</p> <p>Bajo nivel de adopción de tecnologías apropiadas, lo cual se expresa en un grado significativo de sensibilidad de los rubros agropecuarios ante las inundaciones y las sequías.</p> <p>El marco de políticas nacionales de desarrollo contribuyen a aumentar la vulnerabilidad climática de las poblaciones rurales (privatización, reducción de la administración pública, TLC).</p> <p>La burocracia y consecuente inoperancia de los mecanismos financieros establecidos dentro del proceso multilateral de la Convención Marco sobre Cambio Climático (FMAM-GEF).</p> <p>La falta de capacidades nacionales en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico, para evaluar la vulnerabilidad y los impactos climáticos, y para definir o ejecutar la adaptación.</p> <p>La debilidad de los sistemas de observación del clima y la carencia de expertos en las ciencias de la tierra, y en abordajes interdisciplinarios.</p>

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>GUATEMALA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con una Ley de Descentralización del Estado.</li> <li>• Existencia de organizaciones de base comunitarias y de estructuras organizativas como los Consejos de Desarrollo a nivel Comunitario (COCODES) y a nivel municipal (COMUDES).</li> <li>• Capacitación local y nacional en gestión de riesgo.</li> <li>• Desarrollo de capacidades en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.</li> <li>• Incidencia local de organizaciones no gubernamentales y no lucrativas que coadyuvan en la difusión y concienciación locales.</li> <li>• La cooperación internacional participa en actividades de rehabilitación y restauración de infraestructura incluyendo la productiva.</li> <li>• Establecimiento de sistemas de alerta temprana.</li> <li>• Experiencias exitosas locales en adaptación a sequía e inundaciones.</li> <li>• Implementación de proyectos y actividades que mejoran la seguridad alimentaria.</li> <li>• Aprovechar las capacidades administrativas existentes de los macroproyectos en ejecución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal manejo de los recursos hídricos y malas prácticas agrícolas.</li> <li>• Débil estructura local para atender emergencias a los eventos hidrometeorológicos extremos.</li> <li>• Falta de esfuerzos nacionales y locales para actividades y proyectos de prevención.</li> <li>• Concentración de esfuerzos nacionales en atención a la respuesta de emergencia.</li> <li>• Falta de fondos para adaptaciones locales de reducción de vulnerabilidad (capacitación, apoyo técnico, económico y organizativo).</li> <li>• La pérdida de cosechas aumenta la migración a áreas urbano-marginales que aumenta la vulnerabilidad local.</li> <li>• Falta de proyectos de adaptación que sean integrales y participativos.</li> <li>• Débil promoción y divulgación sobre cambio climático, impactos y adaptación local y nacional. No se cuenta con una estrategia nacional de comunicación sobre impactos, vulnerabilidades y adaptaciones.</li> <li>• No existe una cultura social local y nacional sobre el agua.</li> <li>• Ausencia de una estrategia nacional sobre conservación de suelos, conservación de recursos naturales con enfoque de cambio climático.</li> </ul>



FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>HONDURAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apropiación por las autoridades locales y líderes comunitarios de la estrategia.</li> <li>• Interés de organismos financieros de apoyar en la implementación de la estrategia.</li> <li>• Las medidas fueron propuestas y priorizadas por los gobiernos y organizaciones locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de apoyo económico para la implementación de la Estrategia y su Plan de Acción.</li> <li>• Falta de voluntad política en el desarrollo de la estrategia.</li> <li>• Cambios en las autoridades de gobierno y de prioridades nacionales.</li> <li>• Falta de inversión y sistematización de la información meteorológica para un análisis integrado de la amenaza climática y la generación de nuevos escenarios climáticos.</li> <li>• Inestabilidad laboral de los equipos de trabajo y escaso recurso humano nacional capacitado en el tema, requiere de mayor inversión y decisión política.</li> </ul>
<b>MÉXICO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre los sectores del gobierno relacionados con agua, agricultura y bosques existe cierta conciencia de lo que significa enfrentar una condición extrema en el clima.</li> <li>• Dentro de sectores de gobierno e incluso del sector privado, existe interés en aprovechar los avances en materia de predicción del clima.</li> <li>• El agua y los bosques son considerados ahora elementos de seguridad nacional.</li> <li>• Se han iniciado trabajos encaminados a definir estrategias de adaptación al cambio climático.</li> <li>• Buena disposición e interés de parte de los actores de Tlaxcala para implementar medidas de adaptación en los sectores estudiados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A nivel país, no existe una cultura generalizada de planeación con base en información climática.</li> <li>• Falta de importancia económica de las áreas protegidas, por falta de planes de manejos adecuados .</li> <li>• Escaso apoyo económico y técnico, no son sujetos de crédito.</li> <li>• Acuerdos comerciales poco favorables, precios bajos del maíz e insumos altos.</li> <li>• Migración de la población joven, predominan mayores de 50 años y mujeres.</li> <li>• Suelos de baja fertilidad por efectos de la erosión y pérdida.</li> <li>• Zonas productivas de riego se verán amenazadas con el abatimiento de los acuíferos.</li> <li>• Contaminación de los cuerpos de aguas superficiales y falta de gobernabilidad del agua.</li> </ul>

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>NICARAGUA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involucramiento de los actores clave en el proceso de identificación y priorización de medidas de adaptación viables y confiables.</li> <li>• Territorio priorizado por el Plan Nacional de Desarrollo Rural Productivo (PRORURAL).</li> <li>• Programas Estratégicos Nacionales con presencia en la cuenca como: “Hambre Cero”, Cuenta Reto del Milenio (agro – negocios, infraestructura).</li> <li>• Cantidad de expertos y organizaciones que trabajan en la cuenca en estudio.</li> <li>• Nivel de responsabilidad civil y empresarial de la empresa privada localizada en la Cuenca No. 64.</li> <li>• Cumplimiento de las cuotas de exportación de los rubros azúcar y maní, en el marco del DR-CAFTA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que las medidas de adaptación no sean congruentes con los “planes de negocio o de expansión” de los grandes productores privados de los cultivos de agro exportación (caña de azúcar, maní).</li> <li>• Que los gobiernos municipales puedan solventar de una forma eficiente e inteligente los conflictos actuales y futuros por el agua, y que no apoyen la “mala adaptación”.</li> <li>• Que las medidas de adaptación a implementar no sean equitativas, en el sentido de que beneficien más a la iniciativa privada y a los grandes productores, y que sean menos favorecidos los pequeños productores, en función de las políticas del gobierno de turno, o viceversa.</li> <li>• Deficiente aplicación de las leyes ambientales que disminuya el impacto de la estrategia de adaptación en aspectos de contaminación.</li> </ul>
<b>PANAMA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcado compromiso gubernamental.</li> <li>• Capacidad instalada en la identificación de las medidas de adaptación.</li> <li>• Identificación de nuevos proyectos a partir de los estudios realizados.</li> <li>• Las medidas de adaptación fueron priorizadas por los grupos claves involucrados en el proyecto.</li> <li>• Se ha iniciado un proceso para definir estrategias de adaptación al cambio climático que será complementada con el desarrollo de la segunda comunicación nacional.</li> <li>• Transformación de la cultura ambiental de los principales actores claves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitaciones financieras para la implementación de las medidas de adaptación.</li> <li>• Falta de una estrategia para definir la transferencia de tecnología adecuada.</li> <li>• Costo efectividad en el uso del recurso.</li> <li>• Cambio en el uso del suelo (agricultura extensiva) como factor detonante en el uso del agua.</li> <li>• Carencia de una institucionalidad de la información hidrometeorológica para un análisis integrado de la amenaza climática.</li> <li>• Falta de concordancia entre los intereses ambientales y la promoción de la política agropecuaria nacional, lo que genera una competencia por los recursos naturales.</li> </ul>



## 4.5 Monitoreo y evaluación

De acuerdo con el Marco de Políticas para la Adaptación (MPA) al Cambio Climático (PNUD/GEF, 2005), la fase de seguimiento se establece en función de la periodicidad de la operación y del rendimiento de los proyectos durante su vida útil, por lo que es indispensable garantizar una ejecución de las acciones y obliga a la creación de una fase de evaluación del alcance de ella que permite dar la relevancia adecuada tanto a la elaboración de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático, como a su implementación (Principio 4, MPA).

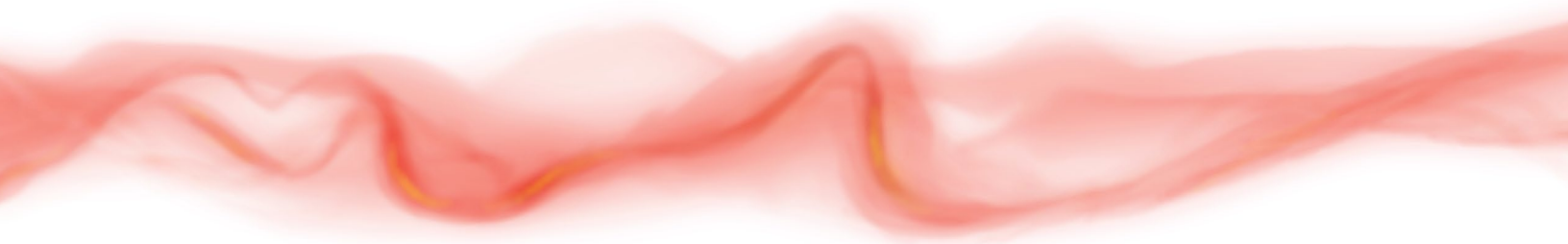
Para la ejecución de la estrategia, algunos países como Costa Rica han propuesto la creación de una “Estructura Ejecutiva” que promueva opciones claras de coordinación y aplicación de actividades financiables. Dicha estructura ejecutiva junto con un Comité Director de Seguimiento, sería la encargada de facilitar la ejecución de las políticas que sobre medidas de adaptación del sistema hídrico al cambio climático se planteen en materia social, económica, o ambiental. También, se identificaron actores y su grado de compromiso para la efectividad de las acciones de seguimiento y monitoreo de los proyectos. **Anexo-XV.**

Con la finalidad de darle mayor continuidad y sostenibilidad a este proceso de adaptación, así como de establecer el seguimiento y evaluación de las estrategias de adaptación, a continuación se mencionan algunas iniciativas y consideraciones al respecto como una aportación de los países:

- La evaluación es un proceso que determina sistemática y objetivamente la per-

tinencia y eficiencia de las acciones ejecutadas y sus efectos en la población a la luz de los objetivos del Plan de Acción. Debe realizarse desde fuera de las Unidades Ejecutoras, tales como organismos independientes y con experiencia en investigación socio-económica.

- En la evaluación del proceso de ejecución, se recomienda utilizar tanto el enfoque convencional como el participativo con el fin de abarcar aspectos de desempeño e impactos, esto permite que sean los mismos beneficiarios y actores locales los que manifiesten su opinión sobre el beneficio real de la implementación de las medidas.
- El sistema de monitoreo y evaluación de la estrategia en su conjunto o de una parte de ésta, debe estar basado en el seguimiento de la evolución del sistema de indicadores establecido en las evaluaciones de vulnerabilidad climática. Lo anterior permitirá evaluar la incidencia de las medidas de adaptación adoptadas, en el grado de vulnerabilidad climática de las distintas dimensiones que caracterizan al entorno sociocultural, natural y económico del territorio.
- El sistema de seguimiento y evaluación deberá diseñarse de acuerdo al alcance de las medidas a ejecutarse dentro del marco de alguna iniciativa específica que cuente con el financiamiento requerido.
- Dicho sistema podrá considerar indicadores de impactos, de efectos, de resultados y de avance, a fin de medir: (i) la contribución a la disminución de la vulnerabilidad al cambio climático; (ii) la efectividad en



la ejecución de la estrategia para asegurar la disponibilidad de todos los bienes y servicios requeridos de manera oportuna; y (iii) el nivel de ejecución presupuestaria de acuerdo a lo programado.

- También, deberá contar con la identificación y seguimiento de los factores de riesgo para el logro de los objetivos de la estrategia, e identificar las fuentes de verificación de los valores de los indicadores.

- Se recomienda clasificar los indicadores por componentes y objetivos para cada medida priorizada, con el fin de facilitar el análisis del nivel de cumplimiento o atraso, y las posibles causas de los desfases surgidos en la ejecución.



## V. FOMENTO DE CAPACIDADES





## V. FOMENTO DE CAPACIDADES

### 5.1 Introducción

---

En los últimos cuatro años en la región de Centro América, México y Cuba, se trabajó coordinadamente en la elaboración de estudios nacionales para definir estrategias de adaptación que permitan a los sectores socioeconómicos del desarrollo más vulnerables, reducir el riesgo actual y futuro ante cambio climático. Este complejo trabajo en materia de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, - a escala regional – se realizó siguiendo experiencias positivas en temas ambientales, sociales y económicos.

Si bien es cierto que aún no existen políticas propiamente dirigidas al tema de adaptación al cambio climático, varios de los gobiernos consideran ya el tema de cambio climático y la adaptación en sus agendas. Es necesario; sin embargo, que la preocupación manifestada por los países en los foros internacionales, se traduzca en presupuestos y acciones específicamente enfocadas a la implementación de acciones integrales de mitigación y adaptación al cambio climático. En la mayoría de los países de esta región, tales acciones ya se están ejecutando a nivel local, de tal forma que estas comunidades se convierten en pioneras en proponer medidas para reducir el riesgo futuro ante el cambio climático.

A pesar de que el nivel de colaboración regional no alcanzó los niveles óptimos por diversas razones fuera del alcance de los países, se realizaron acciones con fines comunes en materia de adaptación al cambio

climático al combinar los elementos en común de los países de la región en cuanto al ámbito histórico, cultural, social, económico y ambiental. Al mismo tiempo, al analizar las diferencias entre dichos países, es posible encontrar los contrastes existentes, tanto en visión como en acción, ante problemas complejos como el del cambio climático, que sirven para enriquecer las propuestas de medidas de adaptación.

Los estudios e investigaciones realizados por los países, estaban dirigidos a reducir los impactos adversos del cambio climático a través del diseño de estrategias de adaptación, orientados a reducir la vulnerabilidad de diversos sectores socioeconómicos, como el del sistema agua que fue el factor común de la región. Su análisis se realizó de forma integrada con otros sectores como el agrícola, el forestal o salud humana. Así, el análisis del recurso agua consideró el papel de los bosques y los cambios de uso del suelo originados por la agricultura (frontera agrícola), o la ganadería.

Durante las diferentes etapas de los estudios realizados para elaborar las estrategias de adaptación al cambio climático, los actores locales jugaron un papel fundamental, en particular, en la identificación de las medidas de adaptación, y sobre todo, en el lugar que deberían ocupar las organizaciones locales al momento de implementar dichas estrategias.



## 5.2 Participación de los actores involucrados en las distintas fases del proyecto

---

Las primeras acciones desarrolladas por los países para incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático, fue la de aprender a involucrar a los actores clave locales de cada una de las 8 áreas piloto seleccionadas en la región. Para cumplir con esta meta, los países realizaron diferentes tipos de actividades (reuniones, talleres, consultas y otros) con los actores locales, en donde se les dio a conocer por primera vez los objetivos regionales y nacionales del proyecto; así mismo, se les organizó en diferentes tipos de estructuras (comités locales, grupos de trabajo, comisiones) de trabajo en función de los sistemas estudiados (humanos, hídricos, agricultura, salud humana, bosques, entre otros).

En lo general, el método de trabajo seguido con los actores claves de los territorios, se basó en el Marco de Políticas de Adaptación ante Cambio Climático; sin embargo como se mencionó anteriormente, los países generaron una serie de innovaciones para hacer más efectivo este proceso.

El proceso de fortalecimiento de la capacidad sistémica, institucional e individual de los actores clave para evaluar la vulnerabilidad actual y futura, se llevó a cabo en cada etapa del desarrollo del proyecto. Lo anterior permitió que las propuestas de adaptación a la amenaza de impactos negativos por cambio climático tomaran en cuenta factores de orden social, económico, cultural, ambiental, político e institucional.

En algunos países, la participación de los pobladores y de las organizaciones locales fue muy activa. Por ejemplo en El Salva-

dor, la participación local incluyó procesos de consulta, giras de observación de campo, jornadas de sensibilización sobre el tema del cambio climático, procesos de intercambio, discusión y análisis. Durante dichos procesos se aportó el conocimiento local, el cual conjuntamente con el conocimiento teórico, sirvió de base para el abordaje de las distintas temáticas, validaciones, prospecciones y planeación estratégica para la adaptación al cambio climático.

En esta región, los principales procesos en que participaron los actores locales se pueden agrupar en el siguiente orden:

- Rescate de la memoria histórica sobre los procesos naturales y sociales del territorio;
- Levantamiento y validación de la información local en general;
- Realización de encuestas (abiertas y cerradas) y entrevistas;
- Formación y capacitación de multiplicadores;
- Definición de los criterios para delimitar el territorio y establecimiento de sus límites;
- Validación del abordaje metodológico y del sistema de indicadores;
- Asignación de valores a los indicadores para la línea de referencia actual y futura (2015);
- Definición de los criterios para la prospección futura, y asignación de valores a los indicadores para el escenario futuro;

- Validación de la estrategia y definición de las medidas de adaptación al cambio climático;
- Gestión ante PNUD-GEF para trámite de Perfil de Idea de un proyecto de adaptación para el Fondo Especial de Cambio Climático (SCCF).

Entre las formas participativas más utilizadas con los actores locales sobresalen:

- Grupos focales: líderes y ancianos;
- Talleres locales de presentación y consulta de resultados;
- Entrevistas con informantes claves;
- Reuniones con empresarios grandes, medianos y pequeños;
- Recopilación local de información básica;
- Giras de observación;
- Programas radiales en general;
- Grupos teatrales de jóvenes (en algunos países);
- Material audiovisual producido;
- Proceso consensuado para delinear políticas, medidas y estrategias;
- Capacitación en diferentes temas: vulnerabilidad, riesgo, adaptación al cambio climático, técnicas de conservación del suelo y agua, uso de sistemas de información geográficos y de geoposecionador satelital (GPS).

Adicionalmente, este proyecto regional incrementó las capacidades institucionales, de tal forma que los países participantes desarrollaron cierta capacidad nacional para generar escenarios de cambio climático con mayor resolución espacial que la que los modelos de circulación general entregan. Para ello, se trabajó en capacitar a especialistas de los países en el uso de técnicas estadísticas de reducción de escala como la Statistical DownScaling Method (SDSM), o el uso de modelos dinámicos como PRECIS. Mediante cursos y talleres de trabajo, cada país participante desarrolló capacidad para generar escenarios con información climática relevante para el desarrollo de sus estudios de adaptación al cambio climático. Es claro que las capacidades son distintas aún entre los países participantes, pero aún así, se establecieron esquemas de comunicación y transferencia de tecnología que hoy permiten a los equipos de trabajo encargados de los diagnósticos de vulnerabilidad, tener información más adecuada para el diseño de estrategias de adaptación ante el cambio climático.

El Centro del Agua para el Trópico Húmedo en América Latina y El Caribe (CATHALAC), en su calidad de Agencia Ejecutora Regional, fue clave en la facilitación de los procesos metodológicos, técnicos, de formación de capacidades y de intercambio de experiencias entre los equipos técnicos de los ocho países participantes en este proyecto.



### 5.3 Resumen sobre la creación de capacidades nacionales

Es importante reconocer, que fue una tarea compleja lograr la comunicación fluida y el intercambio de conocimientos de los equipos técnicos nacionales en el contexto regional, pues al inicio del proyecto se mantuvo una resistencia relativa a comunicar resultados, compartir métodos y herramientas y sobre todo las lecciones aprendidas. Los talleres regionales como procesos de formación de capacidades, deben mejorar cualitativamente en el sentido de que no solamente sean para mostrar éxitos y avances, sino que el objetivo fundamental de éstos se constituya en un proceso de aprendizaje, en base a la técnica de “aprender haciendo” y sobre todo, de los errores y dificultades encontrados; a fin de que estas experiencias sirvan para generar buenas prácticas y puedan ser replicadas en otras regiones del mundo.

En la mayoría de los países, el fomento o la creación de capacidades se ha basado en algunos casos en los expertos nacionales, así como en el reforzamiento de las fortalezas institucionales para abordar la temática sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Uno de los logros principales de este proyecto, es que potenció en algunos casos, reconocer la importancia de la adaptación y en otros incluirla en la agenda del desarrollo nacional.

Evidentemente será necesario continuar el proceso de fortalecimiento de las capacidades nacionales hacia las instituciones de gobierno vinculadas con esta temática, y sobre todo, hacia las instancias educativas a todos los niveles. En la mayoría de las ocasiones, esto se vincula a la asignación de un mayor presupuesto nacional para las oficinas o programas nacionales sobre cambio climá-

tico, a fin de cubrir la brecha de personal calificado en las distintas disciplinas atinentes a la vulnerabilidad y adaptación.

Entre los principales logros en cuanto a la creación de capacidades regionales, se pueden mencionar los siguientes:

- Incrementada las capacidades a nivel individual, institucional y nacional, principalmente para el grupo de actores locales;
- La formación de capacidades a nivel regional coordinada por CATHALAC se puede catalogar como efectiva, lo cual se evidencia en el hecho de que los países lograron finalizar las evaluaciones e informes de las diferentes fases del proyecto; en la mayoría de los casos estos informes ya están disponibles a través de publicaciones o en las páginas Web de los Ministerios de Ambiente de los países participantes;
- En algunos países en el marco del proyecto regional, la formación de capacidades potenció la elaboración de tesis a nivel de maestría, por ejemplo en Nicaragua se elaboraron tres tesis, en Honduras varios trabajos de diploma a nivel de pregrado, etc;
- El proyecto regional logró formar una masa crítica importante de profesionales y especialistas en función de sus distintas fases: vulnerabilidad actual y futura, análisis de riesgos, escenarios climáticos y socioeconómicos, recolección y análisis de información, identificación de medidas y diseño de estrategias de adaptación, entre otras;

## 5.4 Lecciones aprendidas: regionales y nacionales

El proyecto regional sobre adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba, cumplió con los objetivos establecidos y planteados originalmente. Una de las metas del proyecto era la de compartir las experiencias desarrolladas a través de cuatro años de trabajo, tiempo durante el cual se generaron una cantidad importante de lecciones aprendidas para promover sinergias entre diversos esfuerzos (convenciones, comunidad sobre gestión de riesgos) vinculados con la adaptación al cambio climático; y sobre todo que estos resultados regionales puedan ser replicados en otras regiones del mundo.

Entre las principales lecciones aprendidas para realizar esta investigación novedosa y de magnitud regional, se encuentran los siguientes aspectos extraídos de las experiencias de cada país y que contribuyeron a la formación de capacidades, a “aprender haciendo”, a la innovación y en fin, al buen desempeño del proyecto regional.

### 5.4.1 Regionales:

- El proyecto regional representó una excelente oportunidad para abordar el tema de la vulnerabilidad y adaptación desde una perspectiva global e integradora;
- Los talleres regionales como procesos de formación de capacidades, deben mejorar cualitativamente en el sentido de que no solamente sean para mostrar éxitos y avances, sino que el objetivo fundamental de que éstos se constituyan en un proceso de aprendizaje, en base al principio de “aprender haciendo” y sobre todo, de los errores y dificultades encontrados, a fin de que estas experiencias sirvan para generar buenas prácticas y puedan ser replicadas en otras regiones del mundo;
- La complejidad del trabajo técnico realizado durante las distintas fases del proyecto, exige el fortalecimiento con personal técnico y asignación de presupuesto adicional en algunas Oficinas Nacionales de Cambio Climático;
- La mayoría de los países requieren de inversión para el mejoramiento de la generación, recolección y sistematización de la información hidrometeorológica, con el propósito de mejorar los análisis integrados de la amenaza y riesgos climáticos futuros, así como para garantizar la sostenibilidad de la generación de nuevos escenarios climáticos;
- La marginalidad del tema ambiental en el ámbito político en algunos países, aunado a la inestabilidad laboral de los equipos técnicos de trabajo, requiere de mayor voluntad política;
- Existen pocos especialistas que en la actualidad traduzcan información de cambio climático en información para diseño de políticas de adaptación;
- El trabajo desarrollado en materia de conocimiento de la vulnerabilidad actual y futura, ha llevado a los actores claves de los territorios estudiados, a considerar el cambio climático y plantearse la necesidad de reducción de su vulnerabilidad, a través de la adaptación;
- Los insumos para desarrollar algunas medidas de adaptación no son siempre fáciles



les de conseguir, aún y cuando en teoría, en algunos países con mayor desarrollo en la región se dispone de suficiente información;

- Mas allá de finalizado el proyecto, continuar y ampliar la divulgación de los resultados obtenidos a fin de replicar esta experiencia en otros territorios de los países de la región.

#### 5.4.2 Nacionales:

- El desarrollo de un abordaje metodológico apropiado a las condiciones nacionales (enfoque sistémico del ambiente), con transparencia y espacios de participación para los actores locales;
- El trabajo en equipo de carácter interdisciplinario, generó capacidades nacionales para desarrollar evaluaciones y estrategias integradas, que incluyen las interacciones y acoplamientos entre los sistemas sociales y naturales;
- El rescate e incorporación del conocimiento local sobre la historia y tendencias actuales de los procesos naturales y sociales, en los análisis y prospecciones futuras, enriqueció y completó el conocimiento técnico y las propuestas de adaptación;
- La capacitación de los actores de las instituciones, el gobierno y la población en todas las etapas del proyecto, facilitó la introducción de resultados;
- A mayor conocimiento sobre el problema del cambio climático y sus impactos en los sistemas, mejor plataforma de adaptación;
- Estudiar la sequía de manera interdisciplinaria e interinstitucional, y el uso de los Sistemas de Información Geográfica, facilitan la comprensión espacial del impacto, vulnerabilidad y medidas de adaptación;
- La ocurrencia de un proceso de sequía extrema en Cuba durante la ejecución del proyecto, facilitó la organización de la estrategia de respuesta por territorios, recursos y sectores clave;
- Sistematizar la información y buscar sostenibilidad del proceso en el tiempo, facilita el seguimiento a los indicadores de vulnerabilidad actual y su proyección futura;
- La participación ciudadana es el punto central para la multiplicación de conciencia alrededor del tema de la adaptación al cambio climático;
- El tema del cambio climático, es una oportunidad para reducir la brecha entre los resultados científicos y la toma de decisiones políticas. También, facilita la organización comunal que puede ayudar a aprovechar las oportunidades del desarrollo;
- La diseminación constante de resultados (folletos, material didáctico), da mejores beneficio que esperar hasta el final del proyecto;
- En algunos países, las medidas de adaptación ya implementadas para la reducción de vulnerabilidad en los sectores bajo estudio, han terminado por abandonarse por falta de apoyo técnico continuo;
- Se debe continuar con el proceso de fortalecimiento de las capacidades nacionales para desarrollar estrategias, políticas y medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad actual y futura;

- Fortalecer los arreglos institucionales a nivel local (sociedad civil, universidades, ONG's, asociaciones de productores) para

la futura implementación de las Estrategias Nacionales de Adaptación al cambio climático.

## 5.5 Conclusiones

---

Aunque a nivel de la región se ha obtenido un incremento considerable en las capacidades, lo fundamental, ahora que ha finalizado el proyecto, es aprovecharlas efectivamente. Esto tiene que ver con varios aspectos, como superar barreras, lograr un nivel de compromiso apropiado, concientización y apropiación a nivel de tomadores de decisión, disponibilidad de recursos, y en particular, un seguimiento y acompañamiento efectivo, entre otros.

Es necesario continuar con el proceso de diseminación de los resultados obtenidos, tanto a nivel regional bajo el liderazgo de CATHALAC, como a nivel nacional por las instancias encargadas. Tales iniciativas, servirán en calidad de puntos de referencia para replicar nuevas iniciativas de adaptación en la región; ya sea para su aplicación en otros territorios de los países o en otras regiones del mundo; o como insumos para las agencias de implementación y agencias donantes interesadas en la experiencia de adaptación de Centroamérica, México y Cuba.

Se debe establecer un sistema de comunicación, como un proceso continuo de actividades de información y comunicación de los proyectos dirigidos a políticos, tomadores de decisiones, empresa privada, medios de comunicación, dueños de los recursos forestales y público en general.

La capacidad de adaptación de la región dependerá en gran medida de la efectividad,

coordinación y agilidad con que actúen las organizaciones nacionales y regionales. El resultado del trabajo en materia de manejo de recursos naturales, es la existencia de un marco político regional que ha ayudado a establecer esquemas de comunicación en la región.

Adicionalmente, se deberán mejorar los mecanismos nacionales de captación de expertos en cambio climático para su incorporación a órganos de gobierno e instituciones educativas y/o de investigación, entre otros.

La mayoría de los diversos sectores sociales y económicos no están preparados para adaptarse al clima actual mediante políticas, y aunque algunos de ellos han hecho esfuerzos, no han logrado crear políticas viables, operativas y sobre todo coordinadas entre sectores. Aún no se ha podido interiorizar las políticas generadas a nivel regional o nacional para adaptarse al clima actual, como es el caso de los sectores hídrico, agricultura y bosques.

El fortalecimiento de las capacidades nacionales pasa por un proceso de auto evaluación y un seguimiento de la implementación de las medidas ya puesta en marcha y de las nuevas propuestas por los países. En este sentido, los gobiernos de los países tienen la responsabilidad de velar por la estabilidad laboral del personal técnico nacional capacitado en la temática de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático; a fin de



que las capacidades creadas se incrementen y no desaparezcan.

No es recomendable crear nuevos marcos legales o institucionales, sino buscar sinergias, complementariedad, valor agregado e integración con los planes de gobierno, las agendas de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza, las políticas de desarrollo agrícola, las acciones de valoración de bienes y servicios ambientales, entre otros.

Este proyecto regional ha demostrado que es evidente la necesidad de desarrollar Planes Nacionales de Acción ante el Cambio Climático, como un instrumento programático de la política ambiental que aborde el tema en toda su amplitud y que obligue la implementación de medidas de adaptación. Es importante recalcar, que el tema de adaptación del sistema agua frente al cambio climático, es transversal a todos los sectores del desarrollo y por lo mismo, debiera ser priorizada su incorporación en todos los documentos nacionales de planificación del desarrollo futuro.

Se puede decir que el trabajo realizado por los países a nivel de la región cumplió con los objetivos esperados por el proyecto,

ya que cada uno de ellos logró diseñar su propia estrategia de adaptación, y sobre todo, creó capacidades a diferentes niveles (nacional, institucional y local). También se esbozó una misión y visión general sobre la adaptación al cambio climático, las cuales prevén una articulación de conocimientos (multidisciplinarios), procesos y competencias institucionales y comunales (governabilidad ambiental), para una eficiente implementación de las estrategias nacionales de adaptación al cambio climático.

Los diferentes logros alcanzados por este proyecto regional, que se concretan en ocho estrategias nacionales de adaptación al cambio climático, con su estructura de seguimiento y monitoreo; y sobre todo, las capacidades nacionales incrementadas que se expresan en grupos locales de ciudadanos interesados y responsables con el tema de la adaptación; son logros que dependen de una frágil voluntad política en algunos países de la región, y de los respectivos presupuestos; que puedan potenciar el impulso que este proyecto ha creado; así mismo del interés que puedan tener algunos donantes de cristalizar tan interesante experiencia regional.







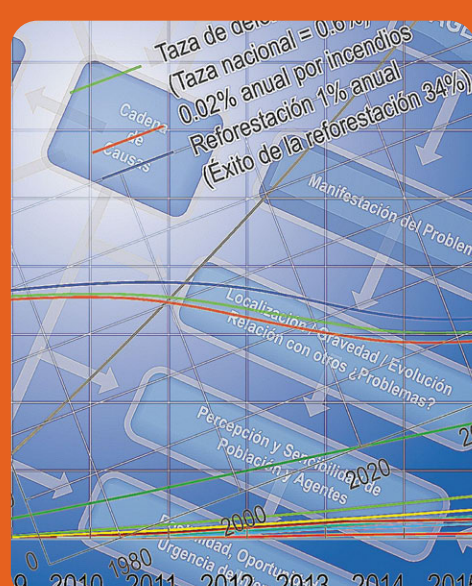
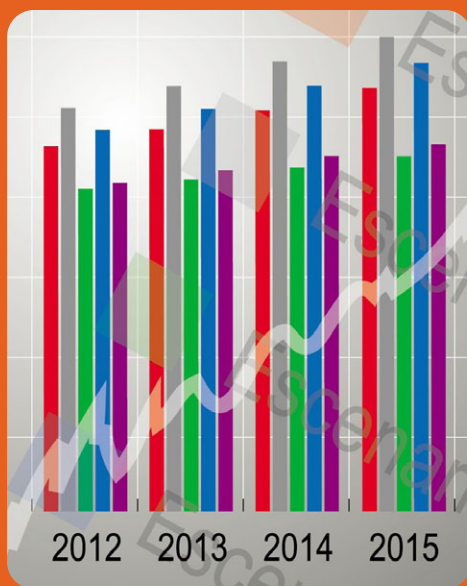
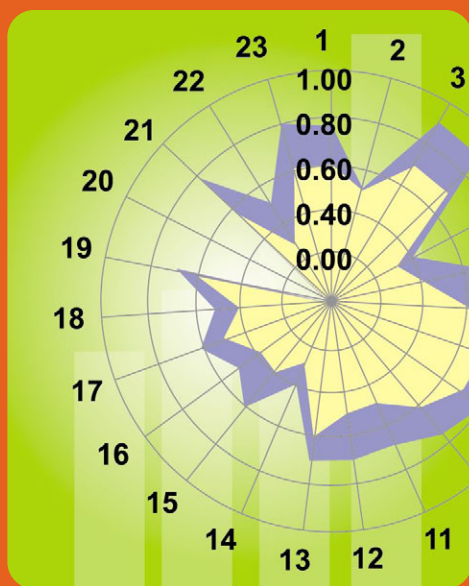
## REFERENCIAS

---

Este informe regional fue logrado a partir de la información obtenida de los informes nacionales de los países participantes en el proyecto regional. En todo momento, mantuvo la rigurosidad tanto técnica como científica, así como la coherencia necesaria para obtener una versión sucinta de puntos comunes encontrados en cada uno de los países, y en cada una de las etapas desarrolladas a lo largo del proyecto regional.

Si desea consultar mayores detalles de lo realizado en cada zona o región de estudio de algún país en particular, por favor, remítase a la Oficina del Enlace Nacional de Implementación correspondiente, o en su defecto, consulte la página [www.cathalac.org/adaptacion](http://www.cathalac.org/adaptacion)





 **ANEXOS**



## ANEXO I

### Objetivos específicos nacionales respecto a los sistemas seleccionados

#### COSTA RICA

1. Objetivo general: Fortalecer la capacidad del sistema Recursos Hídricos, para reducir su vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, esto de acuerdo con los resultados de la Primera Comunicación Nacional. Objetivos específicos: 1. Involucrar a los actores clave del sistema Recursos Hídricos del área de estudio. 2. Fortalecer la capacidad sistémica, institucional e individual de los actores clave para evaluar la vulnerabilidad actual y futura. 3. Fortalecer la capacidad sistémica, institucional e individual de los actores clave para desarrollar estrategias y llevar a cabo políticas y medidas de preparación para la adaptación a nivel nacional y local. 4. Mejorar el conocimiento técnico científico sobre adaptación al cambio climático del grupo de actores involucrados.

#### CUBA

1. Mejorar el conocimiento de la variabilidad del clima en Cuba y de los procesos relacionados con la ocurrencia de la sequía meteorológica y agrícola.
2. Desarrollar y perfeccionar el Sistema de Vigilancia, Pronóstico y Aviso Temprano de la Sequía en Cuba, asegurando el suministro de información para la gestión de los riesgos.
3. Conocer el impacto, la vulnerabilidad y los niveles de adaptación alcanzados ante la sequía en un territorio, sus actividades económicas (agricultura, ganadería y forestal) y la población residente.
4. Identificar la estrategia territorial de adaptación a la sequía, mediante la aplicación de un marco metodológico-conceptual y herramientas de análisis ajustadas a las condiciones de Cuba.
5. Formar capacidades sobre la adaptación al cambio climático, favoreciendo la participación activa de toda la sociedad.

#### EL SALVADOR

1. Desarrollo de un abordaje metodológico apropiado para la evaluación integrada de la vulnerabilidad climática actual y futura, y para la definición de estrategias de adaptación al cambio climático.
2. Desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático en el sistema humano seleccionado, sobre la base de evaluaciones integradas de la vulnerabilidad climática actual y futura.

#### GUATEMALA

1. Adaptar los sistemas humanos al cambio climático y/o variabilidad climática.
2. Reforzar la capacidad sistémica, institucional e individual de los actores para evaluar la vulnerabilidad actual y futura.
3. Reforzar la capacidad sistémica, institucional e individual de los actores para desarrollar políticas e implementar estrategias y medidas de adaptación.



## Objetivos específicos nacionales respecto a los sistemas seleccionados

### HONDURAS

1. Fortalecer la capacidad de adaptación de los pobladores de la cuenca del río Aguan en su sistema agrícola, forestal y de salud para reducir su vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, incluyendo la variabilidad, los riesgos y eventos extremos.
2. Formar capacidades nacionales en el tema de adaptación al cambio climático.
3. Desarrollar estudios biofísicos-socioeconómicos de la cuenca del río Aguan para generar una estrategia de adaptación al cambio climático.

### MÉXICO

1. Que los actores clave de los sectores agua, agricultura y bosques comprendan la condición de vulnerabilidad ante la variabilidad del clima y comiencen a incluir en sus planes de desarrollo esquemas para gestionar el riesgo ante el cambio climático.
2. Una propuesta de políticas de desarrollo y gestión de problemas relacionados con el clima, considerando su importancia en el manejo del agua, los bosques y el campo, en forma integral.
3. El desarrollo de metodologías para evaluar la factibilidad de diversas opciones de adaptación así como acciones necesarias para implementarlas.
4. Acciones para poner en marcha proyectos piloto para varios sectores, en un país donde los recursos económicos son limitados.

### NICARAGUA

1. Fortalecer las capacidades institucionales y de los grupos de actores claves para evaluar la vulnerabilidad y la adaptación de los sistemas priorizados ante la variabilidad y el cambio climático, los riesgos y eventos extremos meteorológicos.
2. Promover un mejor entendimiento y conocimiento de las causas del cambio climático para desarrollar estrategias e implementar políticas y medidas para aumentar la capacidad de adaptación de las poblaciones vulnerables.
3. Desarrollo de herramientas metodológicas orientadas a los actores locales para la identificación de medidas de adaptación de forma participativa.
4. Diseño de una Estrategia de Adaptación ante el cambio climático para los sistemas recursos hídricos y agricultura.
5. Arreglos institucionales para facilitar la implementación de la Estrategia de Adaptación en la Cuenca No. 64.

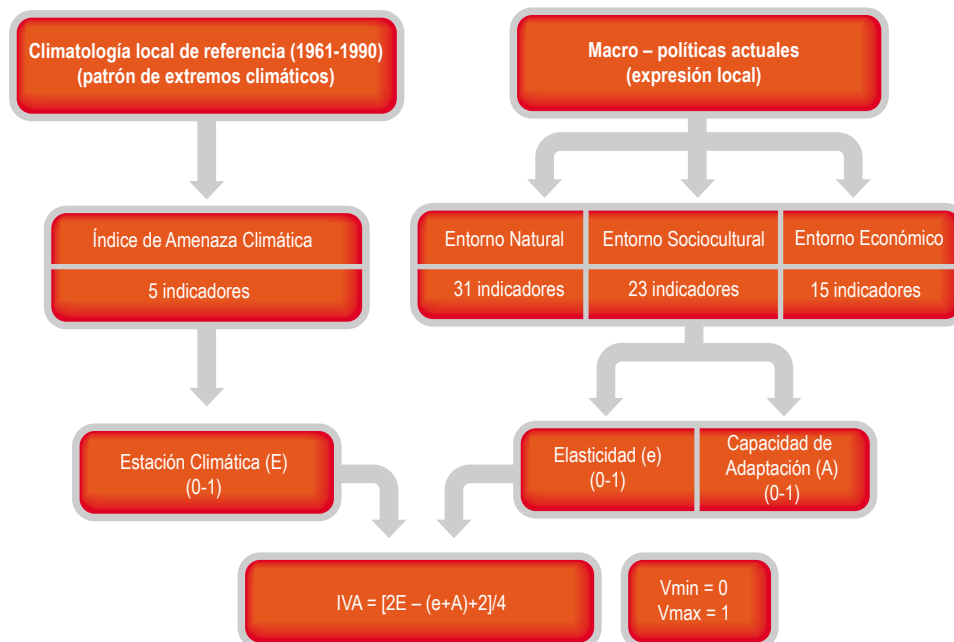
## Objetivos específicos nacionales respecto a los sistemas seleccionados

### PANAMÁ

1. Incluir el tema de adaptación al cambio climático entre los principales actores de la cuenca. Este objetivo está dirigido principalmente al análisis técnico, social y económico del sistema de recurso hídrico.
2. Reforzar la capacidad local para identificar las estrategias de adaptación al cambio climático.
3. Crear capacidades en el uso de la metodología del Marco de Políticas de Adaptación.

## ANEXO II

### Esquema de relaciones para el cálculo del índice de vulnerabilidad climática actual. El Salvador

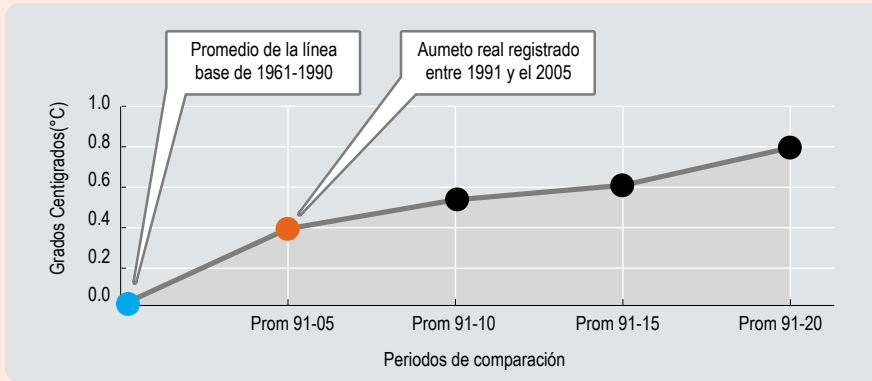




## ANEXO III

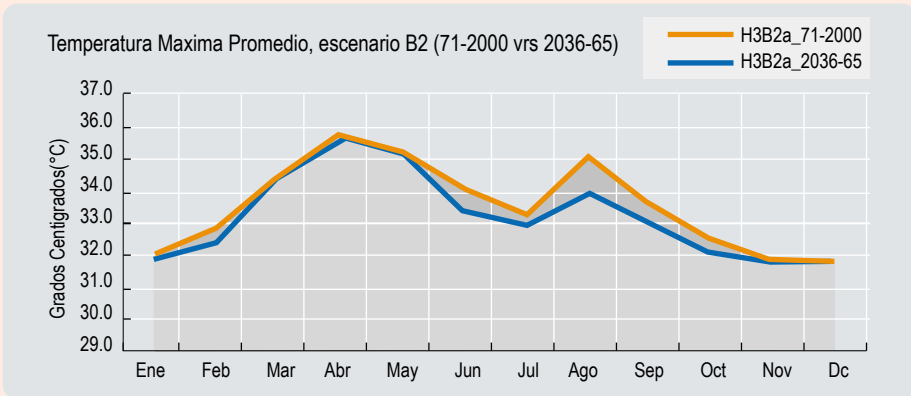
Ejemplos de escenarios locales de cambios en la temperatura del aire para diferentes horizontes de tiempo

### COSTA RICA



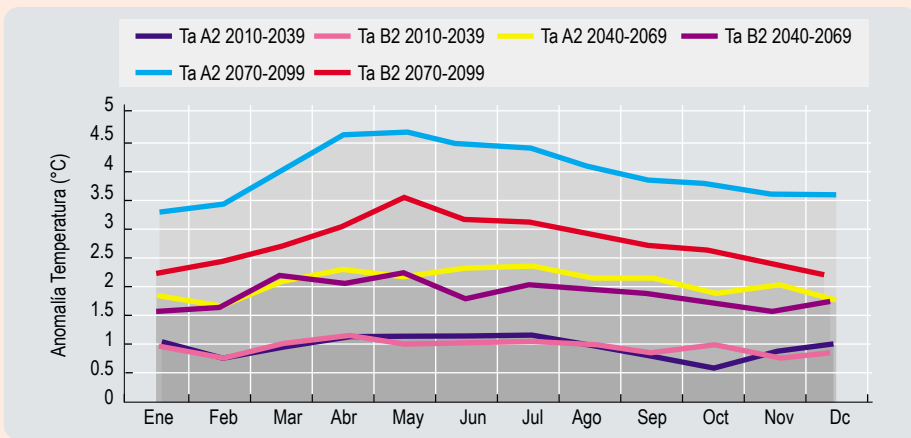
Escenario de cambio de temperatura máxima promedio anual. Estación de Aeropuerto Juan Santamaría.

### GUATEMALA



Escenario (B2) de la temperatura máxima promedio. Horizonte 2036 – 65.

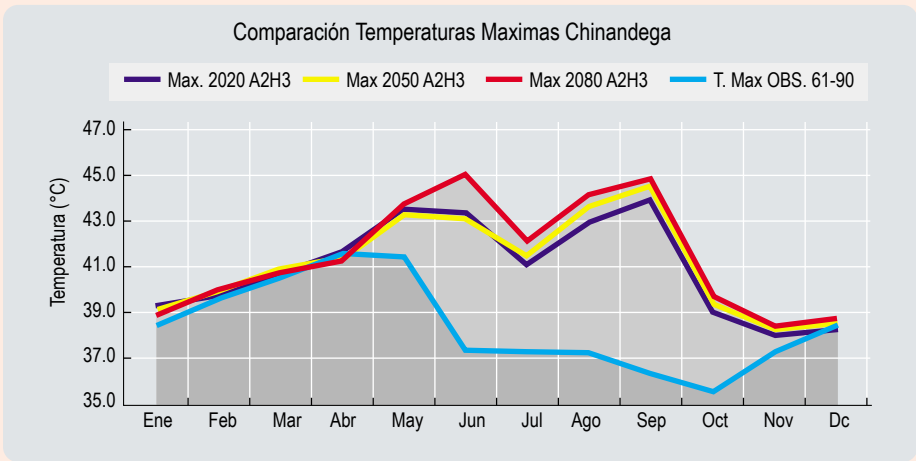
### MÉXICO



Escenarios de cambios en la temperatura media (A2, B2) sobre el estado de Tlaxcala por mes.

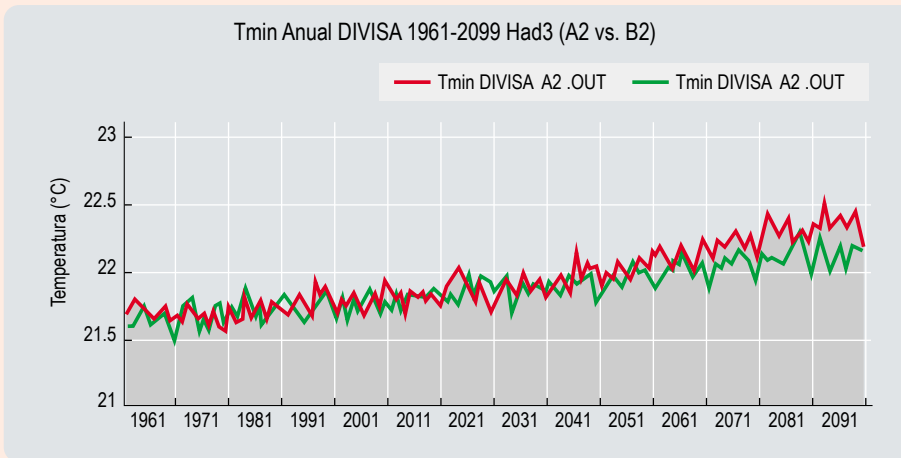


## NICARAGUA



Cambios en la temperatura máxima absoluta (en grados Celsius) según el escenario A2 para diferentes horizontes de tiempo (2020, 2060, 2080), respecto al escenario base 1961-1990.

## PANAMÁ



Cambios en la temperatura mínima anual entre los escenarios A2 y B2.



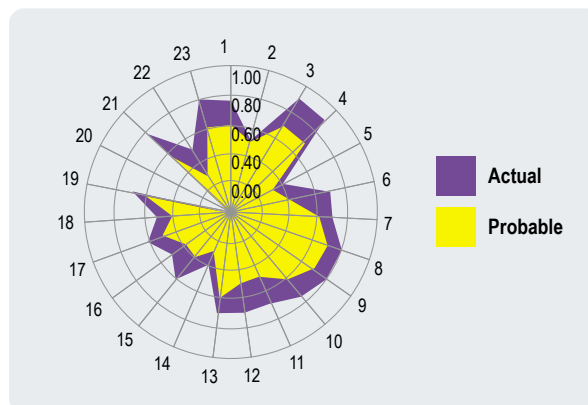
## ANEXO IV

Resumen de las proyecciones de las líneas evolutivas para cada indicador de vulnerabilidad analizado. Costa Rica

INDICADOR		OBSERVACIONES
Población menor de 12 años	↘	Son poblaciones sensibles a cambios de clima, afectando su fisiología y confort principalmente por cambios de temperatura ambiental y demanda de agua potable.
Población mayor de 64 años	↗	
Población pensionada por invalidez	↗	Requiere ser atendida durante eventos hidrometeorológicos extremos, principalmente para movilización
Personas ingresadas al hospital por asma	↗	Los niños y adultos mayores son los más afectados por asma. Los cambios bruscos de temperatura y lluvia, son detonantes de las crisis asmáticas.
Casas que usan tanque séptico	↘	Es un foco de contaminación de acuíferos que pueden potenciar su efecto ante eventos extremos.
Población sin instrucción	↘	El analfabetismo está relacionado con la pobreza y son ambos una limitante para responder eficientemente ante desastres de origen hidrometeorológico.
Dotación poblacional de agua	↗	Se verá afectada tanto por problemas de sedimentación como por problemas de disminución de la oferta.
Porcentaje del área dedicada a las principales actividades agrícolas	↘	La disminución del área agrícola reduce la presión por contaminación de acuíferos con agroquímicos, principalmente durante años lluviosos en extremo.
Casas con paredes de madera en mal estado	↘	Viviendas en mal estado y bajo condición de hacinamiento, se asocian a situaciones de pobreza. Está documentado que las poblaciones pobres y en general los países pobres, son los más vulnerables a desastres de origen hidrometeorológico. Su capacidad de respuesta es reducida.
Casas con techo de zinc en mal estado	↗	
Casas con hacinamiento	↗	
Familias con necesidades básicas insatisfechas	↗	

## ANEXO V

Comparación entre la situación actual y el escenario más probable, en el caso de la sequía en Cuba.



## ANEXO VI

### Escenario socioeconómico moderado (2007 – 2015) para los sistemas recursos hídricos y agricultura. Nicaragua

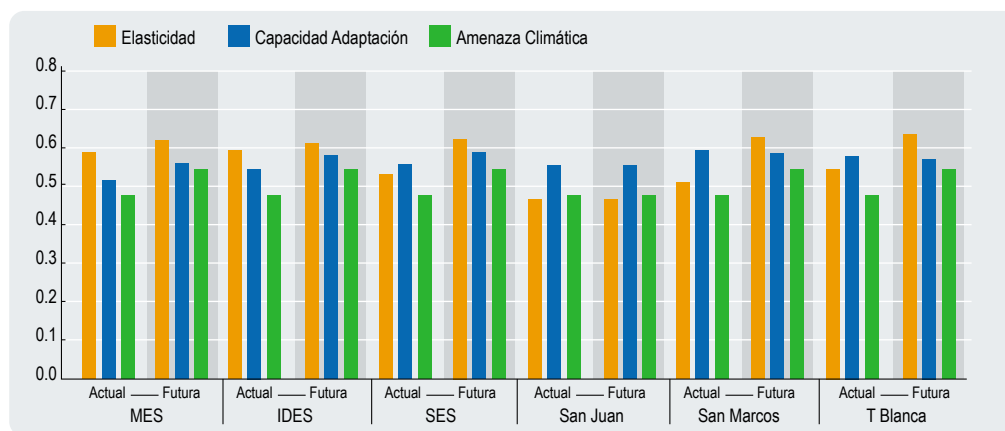
Variables	Indicadores de supuestos económicos
Macroeconómicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento moderado de la actividad productiva;</li> <li>• Tasa de Crecimiento del PIB real 3.5%;</li> <li>• Tasa de Inflación acumulada 7.0%;</li> <li>• Tasa de devaluación anual 6.0%;</li> <li>• Tipo de cambio nominal promedio (C\$/US\$) C\$19.08 – C\$34.40;</li> <li>• Desembolsos externos (millones de dólares) 484.60;</li> <li>• Precio promedio del barril de petróleo (Dólar/barril) 68.7.</li> </ul>
<b>Sector Económico</b>	
Económicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de descentralización a 5 municipios de la cuenca;</li> <li>• Cincuenta por ciento (50%) en inversión en infraestructura económica (carretera, puertos);</li> <li>• En proceso los incentivos al sector agropecuario e industrial, no se ha logrado concretar financiamiento de largo plazo entre las actividades productivas;</li> <li>• Incremento parcial de la inversión en infraestructura productiva caña de azúcar, maní, ajonjolí;</li> <li>• La presión financiera de la deuda pública comienza a ser subsanada debido a los avances de la política tributaria.</li> </ul>
<b>Hipótesis Sociales</b>	
<b>El nuevo crecimiento económico genera una incipiente inversión en los sectores sociales. Las hipótesis consideran que se superan lentamente los desequilibrios sociales y que los cambios que se producen no son relevantes aunque se orientan hacia la estabilización de una economía firme y duradera.</b>	
Participación y Concertación	Se inicia el proceso pero no hay avances y se debilita; La participación ciudadana no logra los esquemas de lucha contra la corrupción.
Desarrollo social	Existe un 50% de goce los derechos sociales de la población; Modificación del origen de los agentes inversores externos.
Educación	Se intensifica el programa de alfabetización alcanzando la meta del 80%; Gastos de educación representa un 5% del PIB.
Salud	Se proporciona de forma parcial el acceso a los servicios de salud.
Vivienda	Fomento de una política prioritaria en vivienda social.



Población	<p>La tasa de crecimiento total de la población es del 1.5%;</p> <p>La población en extrema pobreza es del 5%;</p> <p>Continúa la migración hacia El Salvador, Costa Rica, Estados Unidos y crece 15%.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis Sector Productivo</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Las áreas protegidas en la cuenca están siendo intervenidas con un manejo inadecuado, el sector forestal no se encuentra consolidado y hay incremento en las exportaciones, el sector agrícola mantiene una aplicación parcial de tecnologías de manejo limpias. Los entes reguladores no cuentan con los recursos presupuestarios suficientes para cumplir con sus funciones.</b></p>	
Agrícola	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se logra cubrir la seguridad alimentaria de la población rural en la cuenca (157,899 hab.) en un 30%;</li><li>• Se ha iniciado el proceso de cambios de tecnologías en los ingenios;</li><li>• Las áreas de ajonjolí orgánico se han incrementado en 10%;</li><li>• Aplicación parcial de medidas de conservación de suelos y agua;</li><li>• Aplicación parcial de sistemas de manejo agropecuario sostenibles ;</li><li>• Se presentan avances en materia de legalización de la tierra. El proceso de saneamiento se cumple en un 50%.</li></ul>
Forestal	<ul style="list-style-type: none"><li>• La tasa de deforestación se mantiene. en un 18%;</li><li>• Los incentivos forestales inician su aplicación;</li><li>• Se mantienen las áreas de bosques actuales de 26,123 hectáreas;</li><li>• Mantener las áreas actuales del bosque de galería;</li><li>• Cambio de uso de la tierra;</li><li>• Menor disponibilidad de agua para consumo humano y riego;</li><li>• Reducción de la captación de agua de lluvia;</li><li>• Reducción de la capacidad de los bosques para la captación de dióxido de carbono;</li><li>• Erosión de la capa fértil del suelo.</li></ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se desarrolla parcialmente la industria química a partir del cultivo caña de azúcar, producción de alcohol etílico para carburante;</li><li>• Se implementan en un 50% las inversiones en el área agroindustrial e industrial (plantas procesadoras lácteas, zonas francas, fábrica de maquinaria, entre otros.);</li><li>• Existen políticas de crédito que tienen un impacto marginal en la inversión a largo plazo;</li><li>• Aumento marginal del empleo en el sector.</li></ul>

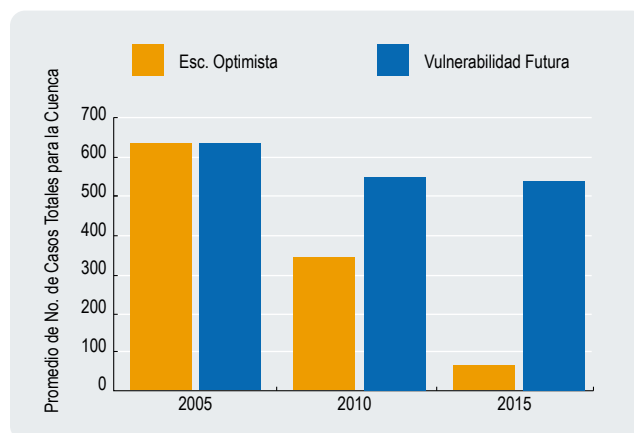
## ANEXO VII

Valor actual y futuro del Índice de Vulnerabilidad por área geográfica. El Salvador



## ANEXO VIII

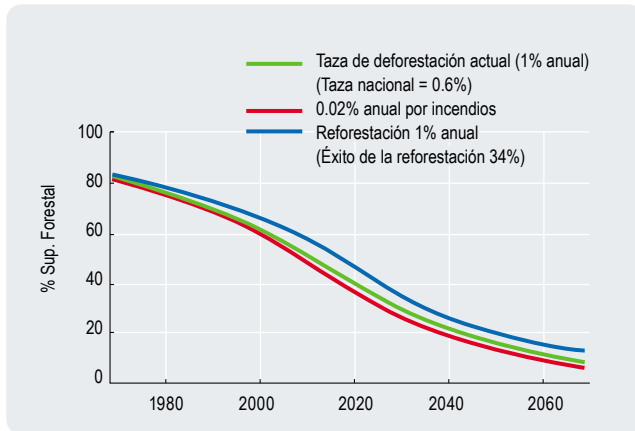
Escenarios de enfermedades de transmisión vectorial (malaria, dengue y leishmaniasis). Honduras





## ANEXO IX

Escenarios de cubierta forestal “business as usual” bajo algunos indicadores de la pérdida de superficie forestal en Tlaxcala, México

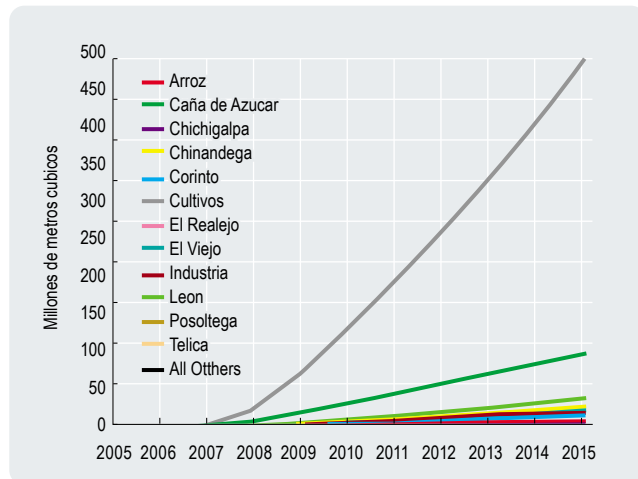


FUENTES: La tasa de deforestación fue calculada con base en INEGI, 2000, Carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250,000 e INEGI, 1980. Carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250,000.

La tasa de incendios forestales anual fue calculada con información proporcionada por la Comisión Nacional Forestal, Delegación Tlaxcala. La reforestación se extrajo del Semarnat, Coordinación General de Ecología, Comisión Nacional Forestal 2003. Programa estratégico forestal para Tlaxcala 2025.

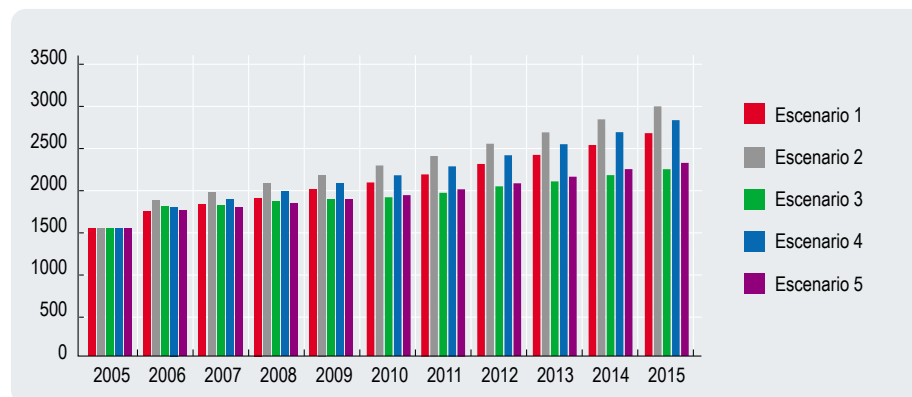
## ANEXO X

Escenario pesimista del acuífero León- Chinandega simulado con el modelo WEAP, bajo incremento de las áreas de riego, de la población y de la asignación de agua por habitante. Nicaragua



## ANEXO XI

Demanda real de agua bajo diferentes escenarios (modelo WEAP), para el acuífero León- Chinandega, Cuenca No. 64. Nicaragua.



## ANEXO XII

Misión y visión de la estrategia de adaptación de Costa Rica.

### MISIÓN DE LA ESTRATEGIA

Reducir la vulnerabilidad del sistema hídrico del área noroccidental del Gran Área Metropolitana a los impactos del cambio climático por medio del mejoramiento de su capacidad adaptativa y así poder apoyar la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, orientada a garantizar la disponibilidad y calidad del recurso. Visión de la Estrategia: El área noroccidental del Gran Área Metropolitana contará con un sistema resiliente al cambio climático, y con una eficiente y efectiva gestión integrada del recurso hídrico.

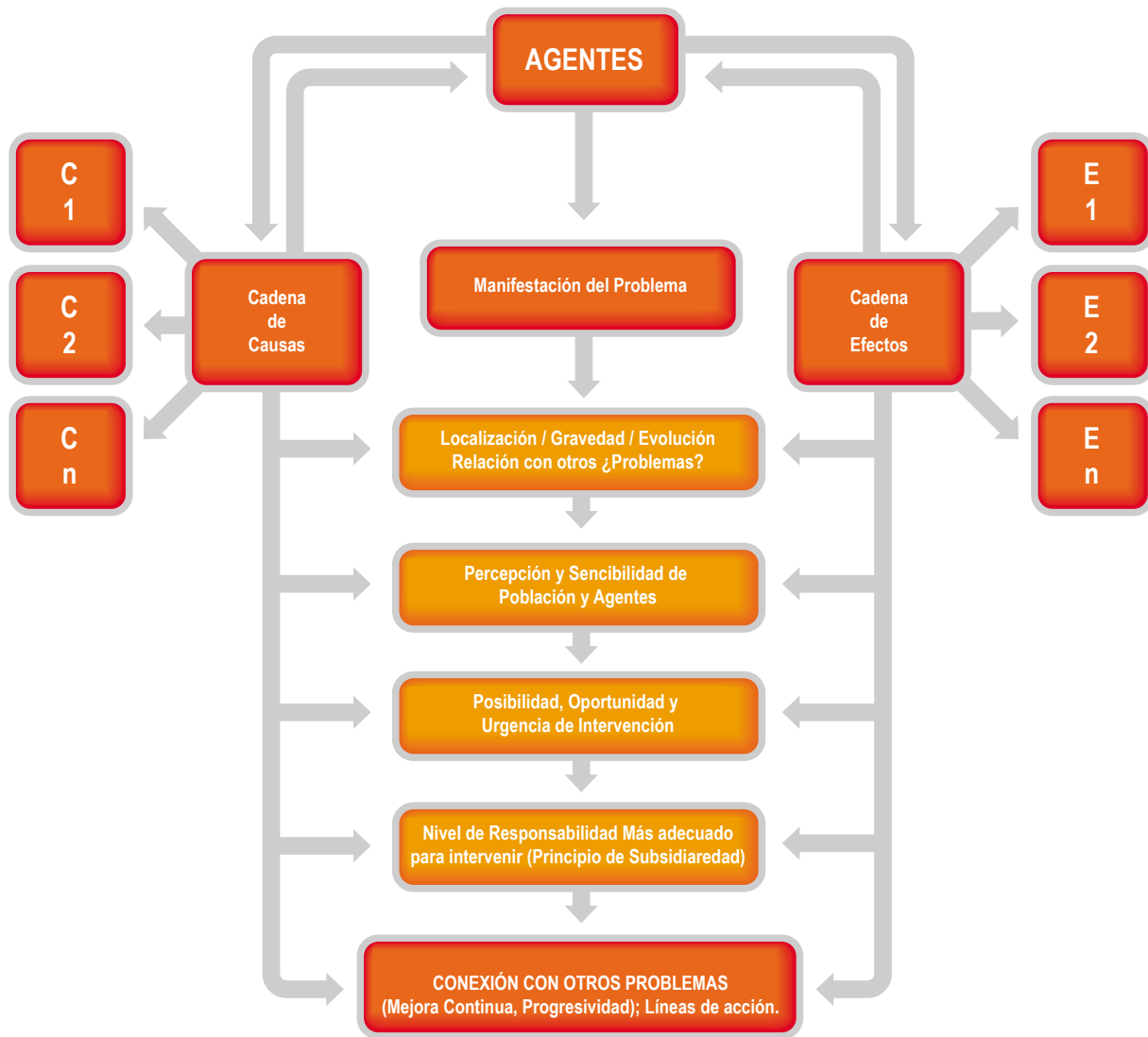
### VISION DE LA ESTRATEGIA A 10 AÑOS

Eficiente y efectiva gestión del recurso hídrico. Se contará con un ente rector que hará una planificación adecuada del recurso hídrico contemplando los impactos del cambio climático. El área de estudio contará con gobernabilidad sostenible del recurso hídrico que tenga como eje transversal el cambio climático.



## ANEXO XIII

Metodología para la elaboración de la estrategia de adaptación de Honduras.





## ANEXO XIV

### Análisis Multicriterio (MCA – WEAP) para la priorización de medidas de adaptación del sistema recurso hídrico. Nicaragua

Tipo	Iniciativa	Descripción	Peso	Consenso
Ecológica	Optimizar el Recurso	Se aprovecha el agua de escorrentía	alto	medio
Ecológica	Aprovechamiento	Se disminuye el consumo de agua del acuífero	medio	débil
Económica	Rendimiento	Se eleva el PIB per cápita	alto	fuerte
Económica	Exportación	Se elevan los rubros de exportación y la entrada de divisas	alto	medio
Económica	Ingreso	Aumenta el Ingreso per cápita	alto	fuerte
Físico	Nivel Freático	Se mantiene en los rangos normales	medio	medio
Físico	Medio Acuífero	Rendimiento específico	medio	medio
Social	Equidad	Todos los usuarios están satisfechos con la dote de agua	alto	fuerte
Social	Calidad de Vida	El agua ayuda a elevar la calidad de vida, por la salud	alto	fuerte

#### Peso y consenso de los criterios de evaluación del recurso hídrico en la Cuenca No. 64.

Medida de Adaptación	Estimación Promedio	Estimación Baja	Estimación Alta
Cosecha de Agua	63	60	67
Tecnología-Rendimiento	62	64	63
Cambiar la Cultura del Agua	81	72	83

Iniciativas de adaptación priorizadas del sistema recursos hídricos.



## ANEXO XV

Área de aporte de los actores con el proceso de adaptación al cambio climático.  
Costa Rica.

Educación ambiental y divulgación
Reforestación y conservación del bosque (protección de zonas de recarga acuífera)
Mejora de las viviendas
Investigación y conocimiento científico
Coordinación de acciones, apoyo técnico y profesional
Procesos educativos comunes
Apoyo mediante recurso humano
Crear normativa requerida y velar por su aplicación
Información sobre lo existente en relación al RH
Ejecución de proyectos
Validación y adopción de tecnologías apropiadas
Planificación para mejorar la atención a usuarios afectados por el CC.

## ANEXO XVI

**Tabla de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales: Individual e Institucional**

Capacidad Individual:	Capacidad Institucional:
<p><b>Incremento del número de expertos nacionales y regionales entrenados y familiarizados con el tema de evaluación de la vulnerabilidad y adaptación a los impactos del cambio climático.</b></p>	<p><b>Incremento del número de personas o expertos en los sectores prioritarios seleccionado, capacitadas o familiarizadas con el tema de evaluación de la vulnerabilidad y adaptación a los impactos en las instituciones clave.</b></p>
<b>Cuba</b>	
<p>Se realizaron 22 reunión - talleres y se trabajó con cerca de 500 personas.</p> <p>Se realizaron cerca de 22 reunión - talleres y se capacitaron a más de 450 personas.</p> <p>Se han hecho muchas actividades de capacitación de expertos en otros países. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En República Dominicana fueron capacitados más de 10 expertos del Ministerio del Ambiente y la Oficina de Meteorología;</li> <li>• Expertos cubanos han contribuido a la capacitación de expertos de Jamaica, Barbados y Trinidad y Tobago en el uso de Modelos Climáticos Regionales (MM5);</li> <li>• Expertos cubanos han apoyado al Ministerio del Ambiente en Perú en la elaboración y desarrollo del proyecto de V&amp;A desarrollado en ese país;</li> <li>• Expertos cubanos (5) se han capacitado en el empleo del modelo climático PRECIS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participaron representantes provinciales de ministerios de Agricultura, Recursos Hídricos, Planificación Física, Ambiente, Gobierno y el Partido Provincial, Prensa Radial y Plana Local, Agricultura, Azúcar, Planificación Física, Ambiente, Meteorología, Poder Popular, Empresa Seguros, Recursos Hídricos, Asociación de Agricultores Pequeños y Gobierno Provincial;</li> <li>• Cuba desarrolló la capacidad de generar escenarios futuros a nivel regional y decidió crear la capacidad para compartir los resultados con la región que incluye Centroamérica y el caribe insular;</li> <li>• Más de 15 instituciones y 3 universidades han participado en los procesos de capacitación, entre ellas se destacan: los centros universitarios de la provincia de las Tunas y las sedes universitarias de los municipios de área de estudio. También la sociedad civil de los territorios (Asociación de Agricultores Pequeños, Federación de Mujeres Cubanas y Comité de defensa de la Revolución).</li> </ul>



Capacidad Individual:	Capacidad Institucional:
<b>Costa Rica</b>	
<p>Al inicio del proyecto se contó con 10 expertos. Se realizó un foro con 200 invitados y de éstos se seleccionaron 40 personas para constituir un grupo base. De ese grupo se mantiene un grupo promedio de 20 expertos, para tener representación de instituciones y/o sectores que son relevantes en la toma de decisiones.</p> <p>Se realizaron 18 actividades de capacitación (foros, talleres, charlas).</p> <p>Se organizaron grupos de trabajo para educación y comunicación, así como para los estudios biofísicos y socioeconómicos, se derivaron también agendas de trabajo individuales que generaron 41 reuniones de trabajo.</p> <p>Se diseminó información a una innumerable cantidad de personas en la zona de estudio, a través de charlas y actividades, como a invitaciones por parte de otras instituciones.</p>	<p>Se identificaron y capacitaron 127 actores claves, entre académicos, sociedad civil, gobierno central y local, privados, instituciones, organismos no gubernamentales, organismos internacionales, con el tema de evaluación de la vulnerabilidad y adaptación a los impactos del cambio climático al sistema hídrico.</p> <p>El programa de Cambio Climático ha apoyado a Honduras y Panamá en el uso de la metodología para abordar el tema de vulnerabilidad actual.</p>
<b>El Salvador</b>	
<p>Se realizaron cerca de 20 reuniones - talleres, tanto de carácter nacional, regional como internacional, involucrando a más de 250 personas a lo largo del proyecto.</p>	<p>Entre el personal capacitado se destacan expertos nacionales, técnicos de campo, líderes institucionales, técnicos y funcionarios de ministerios de gobierno, puntos focales nacionales de las diferentes convenciones y principalmente la participación protagónica de líderes comunitarios y actores locales.</p> <p>Entre las temáticas abordadas para fortalecer las capacidades nacionales están:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dinámica histórica de la vulnerabilidad social y natural del territorio estudiado;</li><li>• Sinergias entre las convenciones multilaterales ambientales de biodiversidad, desertificación y humedales;</li><li>• Sinergia entre la vulnerabilidad y la adaptación climática y la silvicultura.</li></ul>

Capacidad Individual:	Capacidad Institucional:
<b>Guatemala</b>	
<p>Se capacitaron en temas de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático unas 2108 personas de diferentes profesiones, tales como: Geólogos, Ing. Civiles, Ing. Industriales, Ing. Forestales, Ing. en Sistemas, profesionales y técnicos en Sistemas de Información Geográfico, arquitectos, biólogos, meteorólogos, economistas agrícolas, campesinos y autoridades locales; entre otros.</p>	<p>La incidencia en las áreas de estudio se ha traducido en capacitación y participación activa en el Consejo Departamental Ambiental de Chiquimula (sede departamental del área de estudio, caso sequía).</p> <p>Actividades similares de incidencia se desarrollaron en San Marcos (sede departamental del área de estudio, caso inundación).</p>
<b>Honduras</b>	
<p>Ciento un (101) expertos nacionales de los diferentes sectores: agrícola, forestal, recursos hídricos y meteorólogos capacitados en el tema sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.</p> <p>Doscientos treinta y cuatro (234) Autoridades Municipales, Docentes y Líderes comunitarios conocen el índice de vulnerabilidad y riesgo de su municipio.</p> <p>Doscientos cincuenta (250) docentes y alumnos de las comunidades de la cuenca capacitados en el tema de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático</p>	<p>Once (11) Instituciones involucradas:</p> <p>SERNA: Recursos Hídricos y Recursos Naturales</p> <p>ESNACIFOR: Forestal</p> <p>UNA: Agrícola</p> <p>UNAH: Salud</p> <p>CATIE: Técnica he investigación</p> <p>COPECO: Sistemas de alerta</p> <p>IMN: Climáticos</p> <p>PNUD: Asistencia administrativa</p> <p>Centros Básicos Educativos de: El Ocotal, Guata y Tocoa: Educación</p>



Capacidad Individual:	Capacidad Institucional:
<b>México</b>	
<p>Participaron de manera constante actores clave y representantes de instituciones gubernamentales y académicas. Se realizaron cerca de 22 eventos entre reuniones y talleres, contándose con la colaboración de más 500 personas.</p>	<p>Las instituciones gubernamentales y académicas que participaron fueron: INE, PNUD, UNAM, CONANP, SEMARNAT, CONABIO, CONAGUA, UAT, COLMEX, INIFAP, Asociación de Silvicultores de Tlaxcala, Asociación Regional de Silvicultores Nanacamilpa A. C., CECYT San Andrés, Cecadesu, Colegio de Tlaxcala, Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Tlaxco, Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Tlaxcala, Comisión Nacional Forestal, Coordinación Estatal de Tlaxcala, Comunidad de Acopinalco del Peñon, Tlaxco, FIRCO, Gobierno del Estado de Tlaxcala, Instituto Estatal de Protección Civil Tlaxcala, Instituto Tecnológico Agropecuario, Jardín Botánico de Tizatlán Tlaxcala, Parque Nacional La Malinche, PROAGRO, PROFEPA Delegación Tlaxcala, Protección Civil-Apizaco, SAGARPA Delegación Tlaxcala, Secretaria de Fomento Agropecuario, SERVIFOR, SOL de Tlaxcala (Periódico), Unidad Ciudadana de Tlaxcala, A. C., Coordinación de Ecología, entre otros.</p>

Capacidad Individual:	Capacidad Institucional:
<b>Nicaragua</b>	
<p>Del monto global de personas capacitadas (1,364), se estima que un 29% corresponde a expertos nacionales de diferentes instituciones (especialistas ambientales, consultores, docentes, empresarios, entre otros.) que han participado en el proyecto, estimándose unos 400 expertos.</p> <p>Se impartió modulo de 25 horas sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático a 32 graduados de dos promociones de Maestría del Centro de Investigaciones Geocientíficas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (CIGEO – UNAN).</p> <p>Se brindó asesoría técnica y se aplicó la metodología del APF para la elaboración de tres tesis a nivel de Maestría en Ciencias:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación de la Vulnerabilidad Socioeconómica asociada al impacto del fenómeno El Niño, en la sub-cuenca del Río Estelí.</li> <li>2. Identificación de bosques importantes para los sectores agua potable y energía hidroeléctrica.</li> <li>3. Adaptación ante el cambio climático del sector agrícola por sequía en una cuenca de Nueva Segovia, Nicaragua.</li> </ol>	<p>Las organizaciones claves involucradas en las distintas etapas del proyecto abarcan un total de 16 instituciones gubernamentales, 6 del sector privado y 10 de la sociedad civil.</p> <p>Entre la formación de capacidades institucionales hay que mencionar las capacitaciones brindadas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miembros de la Comisión Nacional sobre Cambio Climático;</li> <li>• Miembros del Consejo de Planificación Económico y Social (CONPES);</li> <li>• Consejo Técnico del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales;</li> <li>• Gobiernos regionales del región del Caribe de Nicaragua;</li> <li>• Cadetes de la Academia Militar de Nicaragua;</li> <li>• Al Programa de Desarrollo Rural Productivo integrado por cinco instituciones de gobierno;</li> <li>• Diez alcaldías municipales y sus unidades de gestión ambiental.</li> </ul>



Capacidad Individual:	Capacidad Institucional:
<b>Panamá</b>	
<p>Se tiene una lista de participantes en las reuniones que suman más de 100 personas.</p> <p>El proyecto permitió la participación en diferentes tipo de capacitación, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Modelos Regionalizados de Cambio Climático”;</li> <li>• V jornada Iberoamericana sobre Enfoques Integrados de la Problemática del Agua;</li> <li>• Vulnerability and adaptation assessments for the Latin America and the Caribbean region;</li> <li>• Reunión regional latinoamericana de adaptación al CC;</li> <li>• V Curso Internacional “Manejo de Sistemas de Información para la Mitigación de Desastres”;</li> <li>• Curso sobre: Vulnerabilidad asociada a la variabilidad climática y cambio climático en América central y el Caribe.</li> </ul>	<p>La Autoridad Nacional del Ambiente ha institucionalizado la temática de de cambio climático al crear posiciones dentro de la institución para atender el tema de adaptación al cambio climático.</p> <p>Las instituciones claves donde se han capacitado son: ANAM Veraguas; MIDA; MINSA; UTP, UP, Consejo Municipal Veraguas, Alcaldía de Santa Fe, Coop. Héctor Gallegos, Coop. Juan XXIII, APRODEC, ODESCA, COMITÉ DE TURISMO DE SANTA FE, Asociación de Productores El Progreso, GITEC. Con la participación en los cursos listados en la columna anterior logró fortalecer la capacidad, en la siguientes temáticas, Conceptos básicos sobre CC, conocimiento de diferentes enfoques de vulnerabilidad, y de aspectos para enfrentar la misma; el Sistema de Información para manejo de desastres; Desarrollar capacidades para la elaboración de las segundas comunicaciones nacionales en los temas de evaluación de vulnerabilidades y adaptación en los sectores de salud, recursos hídricos, agricultura y marino costero; desarrollo de escenarios de cambio climático.</p>



