

# El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala

Edwin Castellanos y Alex Guerra

2007 / 2008 - 1



**CUADERNO**  
DE DESARROLLO HUMANO

*El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala. – Guatemala. – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2009.*

*51 p. (Cuadernos de desarrollo humano; 2007 / 2008 - 1)*

*ISBN: 978-99939-909-9-4*

*1. Cambio climático. 2. Vulnerabilidad. 3. Adaptación 4. Manejo de desastres. 5. Mitigación. 6. Guatemala.*

Autores: Edwin Castellanos y Alex Guerra  
Centro de Estudios Ambientales, Universidad del Valle de Guatemala

Se agradece el valioso aporte del Laboratorio de SIG y Percepción Remota del Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala por los mapas especialmente al Ing. Rolando Montenegro.



Programa de los Informes Nacionales de Desarrollo Humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio  
5a. Av. 5-55 zona 14, Europlaza, torre IV, nivel 10  
Tel. 2384-3100  
[www.desarrollohumano.org.gt](http://www.desarrollohumano.org.gt)

Edición: Eva Sazo de Méndez. Ineditasa

Diagramación: Herbert Méndez Jocol

Diseño de portada: Herbert Méndez Jocol con elementos del INDH 2007/2008 e Informe Mundial de Desarrollo Humano 2007/2008 y orientaciones de Héctor Morales Delgado.

Fotografías: Luis Arturo Molina

Impreso por Sergráfica

Guatemala, 2009

3,000 ejemplares

Permitida la reproducción de este documento, publicando la referencia correspondiente.  
El contenido de este cuaderno no representa necesariamente la posición  
de las instituciones que apoyan su publicación.

# Contenido

---

<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<b>El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala</b>	<b>7</b>
<b>Introducción</b>	
<b>1. Vulnerabilidad al cambio climático</b>	<b>8</b>
1.1 ¿Qué está pasando con el clima y qué estamos haciendo a nivel mundial?	8
1.2 Análisis climático y escenarios de cambio futuro para Guatemala	11
1.2.1 La amenaza de los cambios de temperatura	14
1.2.2 La amenaza de los cambios en precipitación	14
1.3 Vulnerabilidad al cambio climático en Guatemala	15
<b>2. Mitigación del cambio climático</b>	<b>21</b>
2.1 Mitigación a nivel global	21
2.2 Emisiones de gases de efecto invernadero -GEI- en Guatemala	23
2.3 Opciones de mitigación en Guatemala	24
2.3.1 Sector energía	24
2.3.2 Recursos forestales	28
2.3.3 Mitigación en otros sectores productivos del país	30
<b>3. Adaptación al cambio climático</b>	<b>31</b>
3.1 Agricultura y seguridad alimentaria	31
3.2 Recursos hídricos	34
3.3 Gestión de riesgo a desastres	36
<b>4. Políticas nacionales relevantes al tema</b>	<b>41</b>
4.1 La Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales	41

4.2 Los Lineamientos de Política Energética 2008-2015	41
4.3 Política forestal	42
4.4 La Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional	42
4.5 Hacia una Política Nacional al Cambio Climático	43
4.6 Hacia una Política de Manejo de Desastres	43
4.7 Necesidad de una política de manejo de recursos hídricos	44
<b>5. Consideraciones finales</b>	<b>45</b>
<b>Abreviaturas, acrónimos y siglas</b>	<b>47</b>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>48</b>
<b>Consultas electrónicas</b>	<b>52</b>
<b>Comunicaciones personales</b>	<b>52</b>

# Presentación

---

En 2007 el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) publicó el Informe Mundial de Desarrollo Humano 2007-2008 titulado *La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido*. El Informe inició con una aseveración contundente en el prólogo: “Las medidas que tomemos hoy con respecto al cambio climático tendrán consecuencias que perdurarán por un siglo o más”. Hizo un llamado global a la humanidad para enfrentar de manera conjunta una crisis que afectará a las generaciones actuales y lo hará con las venideras; que golpeará con mayor fuerza a las poblaciones más pobres; y que podría revertir el progreso en el desarrollo humano y el alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Asimismo enfatizó la oportunidad que representa el año 2012 para la política global de cambio climático, cuando finalice el Protocolo de Kyoto y entre en vigencia un nuevo instrumento internacional.

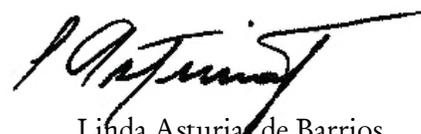
Recientemente la Administradora de PNUD, Sra. Helen Clark, ha recordado los esfuerzos que han realizado los gobiernos de países desarrollados y en desarrollo dentro del Marco de la Convención de Naciones Unidas para el Cambio Climático, con el propósito de generar un nuevo acuerdo global sobre cambio climático. Éste deberá alcanzarse en diciembre de 2009 en Copenhague y entrará en vigencia en 2012, cuando expire el Protocolo de Kyoto. El Secretario General de Naciones Unidas ha declarado que el acuerdo de Copenhague deberá ser al mismo tiempo un acuerdo sobre desarrollo. Deberá ser sostenible en todo sentido y proveer respuestas tanto a la “pobreza de energía” como a la pobreza en general. PNUD apoyará a los países en desarrollo para que el resultado del acuerdo sea consistente con el diseño de estrategias sostenibles de reducción de la pobreza y de consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

En el ámbito nacional, PNUD Guatemala, por medio del Área Programática de Energía y Medio Ambiente y el Programa de los Informes Nacionales de Desarrollo Humano, junto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales han desarrollado esfuerzos para abordar la problemática del calentamiento global en el marco de proyectos y programas. Por ejemplo, el proyecto “Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático” (MARN-PNUD-GEF), con el liderazgo del Ministro Luis Ferraté y la Unidad de Cambio Climático del MARN, ha servido como plataforma para generar la Propuesta de política y estrategia sobre cambio climático en Guatemala. En 2008 se elaboró un estudio que buscó comprender el cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala. En 2009 se realizó la producción editorial del mismo. Para ello, el documento original fue revisado por sus autores, Edwin Castellanos y Alex Guerra, del Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala, con base en los comentarios que aportaron los especialistas nacionales, Iván Azurdia, Manuel Bastarachea, Mónica Berger y Jorge Cabrera, y la estudiante Isabella Artiles, del grupo del Liceo Francés Julio Verne que fue premiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología durante la Semana de Ciencia, Tecnología e Innovación 2009. Este documento que ahora se publica constituye un valioso aporte para el proceso de formulación de una política nacional sobre cambio climático, el cual es apoyado por el proyecto mencionado.

El presente estudio revela que el cambio climático en Guatemala es un problema real y que para enfrentarlo se requiere una política nacional intersectorial. Proporciona información científica actualizada sobre el fenómeno, describe los escenarios futuros de cambio climático y la vulnerabilidad del país y aborda la mitigación de los gases de efecto invernadero y la adaptabilidad al cambio climático, temas claves en los debates internacionales y nacionales. Desde la óptica de la necesidad que el Estado cuente con instrumentos para hacer frente al cambio climático y sus efectos, analiza políticas vigentes, en proceso de formulación y políticas que deberían diseñarse. Entre las primeras se encuentra la Política de Conservación, Protección y Mantenimiento de los Recursos Naturales; los Lineamientos de Política Energética 2008-2015; la Ley Forestal; y la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Entre las segundas, la política nacional sobre cambio climático en discusión y entre las terceras, las políticas sobre manejo de riegos y sobre recursos hídricos. Finalmente, al igual que el Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 2007/08, pero en el plano nacional, hace un llamado urgente a enfrentar el cambio climático desde una perspectiva multisectorial, en los ámbitos nacional y municipal, y a tomar medidas específicas tales como protección de bosques y reforestación, manejo integrado de cuencas y recursos hídricos, aumento de la disponibilidad de alimentos, manejo adecuado de desechos y desarrollo de infraestructura preventiva de desastres.

Cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala se publica en la línea editorial Cuadernos de Desarrollo Humano, como el primer número de la serie vinculada al Informe Nacional de Desarrollo Humano 2007/08. Además de su clara conexión temática con el Informe Mundial de Desarrollo Humano 2007/08 sobre cambio climático en el mundo, tiene relación con el Informe Nacional de Desarrollo Humano 2007/08, Guatemala: ¿una economía al servicio del desarrollo humano?, en varios aspectos. Muestra opciones de mitigación del cambio climático en sectores vinculados a la economía como energético, forestal, agrícola, industrial y de manejo de desechos sólidos. Analiza medidas de adaptación al cambio climático en la producción agrícola, la seguridad alimentaria, el manejo de recursos hídricos y la gestión de riesgo a desastres. Aborda las implicaciones de los efectos del cambio climático para las poblaciones más pobres. Señala la necesidad de contar con la visión de los pueblos indígenas en las iniciativas relacionadas al tema, tales como los proyectos sobre almacenamiento de carbono en bosques. En síntesis, maneja planteamientos afines a uno de los ejes de la agenda propuesta en el INDH 2007/08 para el pacto entre economía y desarrollo humano: garantizar la sostenibilidad del desarrollo.

Es un privilegio poner a disposición del público la presente publicación, la cual ha sido fruto de un esfuerzo interinstitucional; de trabajo en equipo en la autoría, la revisión y la producción editorial; y de valiosa colaboración de personas conocedoras del tema. Se espera que la misma contribuya a la difusión de conocimientos sobre el cambio climático y sus efectos en Guatemala y el mundo; a la sensibilización sobre la necesidad de toma de acciones por parte del Gobierno y la sociedad civil; y a la formulación, implementación, monitoreo y evaluación de una política nacional sobre cambio climático. Se aspira a que sea una fuente de información y consulta para organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, universidades, centros de investigación, establecimientos educativos, municipalidades, medios de comunicación y personas interesadas y a que promueva desarrollo humano para el país.



Lina Asturias de Barrios  
Coordinadora del Programa de los Informes Nacionales de Desarrollo Humano y  
Objetivos de Desarrollo del Milenio

# El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala

Edwin Castellanos y Alex Guerra

Centro de Estudios Ambientales, Universidad del Valle de Guatemala

---

## Introducción

El Informe Mundial de Desarrollo Humano 2007-2008 publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo se enfocó en la lucha contra el cambio climático a nivel global (PNUD, 2007). El presente Cuaderno de Desarrollo Humano constituye un esfuerzo por documentar la información disponible sobre el tema de cambio climático para el país, con el propósito de explicar los efectos importantes que este fenómeno tiene en el proceso de desarrollo humano de Guatemala. Su objetivo es informar sobre el tema a la población en general, líderes y tomadores de decisiones de Gobierno y de los sectores privado y académico para que se reconozca que, aunque el cambio climático presenta algunas oportunidades, principalmente conlleva amenazas significativas para toda la población, y de forma aún más fuerte para la más pobre del país. Además, se espera motivar al lector a tomar medidas en su campo de acción ya sea a nivel individual o institucional.

El documento se divide en cinco capítulos que abordan los temas más relevantes sobre el cambio climático. Considerando que la cantidad de información que existe sobre el tema, y se sigue generando a nivel mundial, es inmensa y a veces confusa para las personas no especialistas, se presenta en el capítulo inicial una síntesis de lo que se sabe y acepta a nivel mundial sobre los cambios observados en el clima del planeta. Este capítulo contiene también un resumen de los escenarios futuros de cambio climático generados para Guatemala, y termina con una discusión sobre la

vulnerabilidad del país. El segundo capítulo aborda el tema de la mitigación de los gases de efecto invernadero, el cual ha concentrado la atención en los últimos años tanto en el país como en el ámbito global. El tercer capítulo trata sobre la adaptabilidad y aunque la información disponible para Guatemala es muy limitada, es importante abordar el tema puesto que los efectos del cambio climático que se están viviendo y se seguirán viviendo requieren acciones a la brevedad posible. El cuarto capítulo contiene información sobre políticas existentes para los temas de seguridad alimentaria, recursos hídricos y gestión de riesgo a desastres, temas relevantes para el cambio climático y la respuesta a sus efectos. Finalmente, en el último capítulo se enfatizan los puntos que se consideran clave para enfrentar adecuadamente esta amenaza para el país.

Reducir el campo de análisis de la escala global para enfocarse en Guatemala hace que la información generada a nivel mundial sobre los efectos del cambio climático no tenga el nivel de detalle deseable, tomando también en cuenta la complejidad de los sistemas naturales y sociales del país. Sin embargo, **la información disponible es suficiente para mostrar el sentido de urgencia que el tema requiere y que, más allá de tomarlo como un problema medio ambiental, debe ser abordado como un problema multisectorial que requiere acciones de todas las instancias del país y exige el liderazgo de las autoridades de Gobierno.**

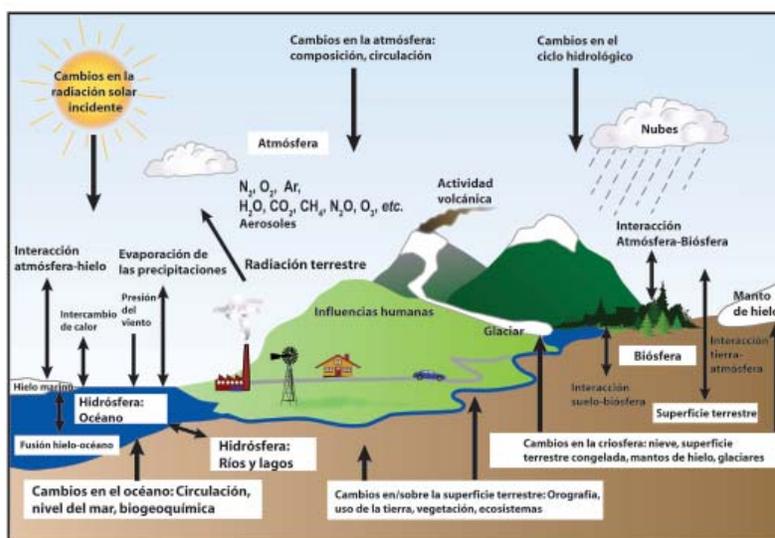
# 1. Vulnerabilidad al cambio climático

## 1.1 ¿Qué está pasando con el clima y qué estamos haciendo a nivel mundial?

El clima de nuestro planeta es el resultado de interacciones complejas de procesos en la atmósfera, los océanos y las superficies terrestres (véase ilustración 1). Las actividades humanas han afectado muchos de estos procesos a lo largo de la historia de la civilización, pero en los últimos 150 años los

seres humanos hemos logrado un desarrollo científico y tecnológico sin precedentes que nos ha permitido modificar más drásticamente el planeta, incluyendo los procesos que regulan el clima. Estas modificaciones han sido a veces intencionales, por ejemplo, cambiar la superficie del planeta que originalmente tenía una cobertura vegetal muy variada, por una cubierta de un solo cultivo vegetal o por una cubierta de concreto y asfalto, como es el caso de las ciudades.

Ilustración 1  
Variables que intervienen en el fenómeno climático



Fuente: Gráfica del reporte del grupo I del IPCC 2007. Publicada con permiso del IPCC.

Otras veces, las alteraciones al entorno han sido sin intención. Tal es el caso del aumento de la cantidad de los llamados gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, los cuales son beneficiosos porque atrapan el calor solar generando un proceso de calentamiento similar al que ocurre en un vehículo cerrado dejado bajo el sol donde la luz entra por las ventanas pero el calor ya no puede salir. Estos gases han existido en la atmósfera

desde mucho antes que existiera el ser humano y aumentan la temperatura de nuestro planeta en unos 30 grados para mantenerlo a una cómoda temperatura promedio de 15 grados centígrados. Los GEI logran entonces que nuestro planeta no sea una bola de hielo en donde no podría existir la vida tal como la conocemos. El problema es que las actividades humanas desde la revolución industrial hace unos 150 años han producido

grandes cantidades de estos gases que atrapan calor, especialmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido al quemar el petróleo o sus derivados y la biomasa de los bosques. El corte de madera de los bosques a gran escala también ha contribuido a los aumentos de GEI, ya que los árboles cortados dejan de capturar el CO<sub>2</sub>. La concentración de este gas en la atmósfera ha aumentado en un 35% en los dos últimos siglos, un cambio más grande y más rápido que cualquier cambio natural en los últimos 650,000 años (IPCC, 2007a).

Si se aumenta la cantidad de gases que atrapan calor, la consecuencia lógica sería un aumento en la temperatura del aire. Desafortunadamente, la relación no es tan obvia porque, como ya se dijo, el clima y la temperatura del planeta dependen de muchas variables. En las últimas décadas, los científicos del mundo han estado debatiendo si este aumento de GEI ha ocurrido por procesos naturales o si se puede detectar allí la huella de las actividades humanas y también un aumento paralelo de la temperatura global. Finalmente, en el 2007, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), que reúne un grupo de científicos expertos del mundo comisionado por las Naciones Unidas, dijo en su cuarto informe que *“el calentamiento del sistema climático es inequívoco”* y que *“es muy probable<sup>1</sup> que la mayor parte del aumento observado en la temperatura media global desde mediados del siglo XX se deba al aumento de gases de efecto invernadero antropogénicos”* (IPCC, 2007a).

Las actividades humanas responsables del aumento de estos gases que atrapan calor pueden agruparse en dos categorías: las actividades de generación y transformación de energía que son responsables del 65% de las emisiones; y las actividades relacionadas con la agricultura y otros cambios de uso de la tierra que producen el restante 35% (IPCC, 2007c). Las altas emisiones atribuidas al sector energético se deben a la alta dependencia de combustibles fósiles

(carbón mineral y petróleo y sus derivados), tanto para generar energía eléctrica, como para movilizar los vehículos terrestres, aéreos y marinos, y también para calentar los edificios de regiones templadas y frías y climatizar los edificios en regiones cálidas (aire acondicionado). La demanda de energía de una sociedad está íntimamente relacionada con su nivel de desarrollo económico y tecnológico y de esta cuenta los países que más emiten gases de invernadero por habitante son los más desarrollados, empezando por Estados Unidos que emite el 21% del total de los gases, a pesar de contar únicamente con el 4.6% de la población mundial (21 ton. de CO<sub>2</sub> *per cápita*). Por otro lado, países con un nivel medio de desarrollo, pero con altas poblaciones contribuyen grandemente al problema global; éste es el caso de China (17% de las emisiones mundiales, pero sólo 4 ton. per cápita) e India (4.6% de las emisiones mundiales con 1.2 ton. per cápita) que ocupan el segundo y cuarto lugar respectivamente en emisiones totales debido a que en conjunto poseen la tercera parte de la población del planeta. Guatemala apenas emite el 0.04% del total mundial (PNUD, 2007).

El problema del cambio climático tiene así aspectos muy particulares en el ámbito político-económico que lo hacen difícil de atacar. En primer lugar, las causas del problema están enraizadas en un modelo de desarrollo basado en una alta dependencia de combustibles fósiles como fuente de energía. Cambiar este modelo económico global requerirá de mucha voluntad política para generar los incentivos y políticas adecuadas que empujen a las sociedades actuales a buscar fuentes de energía más amigables con el ambiente y que causen menos efectos negativos a la atmósfera y el clima. En segundo lugar, el grado de responsabilidad de los países en causar el problema actual es muy diferente entre países desarrollados y países en desarrollo y, como veremos más adelante, los posibles efectos de este problema global también serán diferentes dependiendo del nivel de desarrollo económico de

<sup>1</sup> El reporte 2007 del IPCC utiliza el término “muy probable” para indicar una probabilidad mayor del 90%; “probable” es una probabilidad mayor del 66%.

una población en particular. **Las sociedades que menos han contribuido a causar el problema serán las que más sufran las consecuencias ya que su pobreza limita las capacidades económicas para buscar una adaptación a fenómenos como inundaciones y sequías y usualmente estas poblaciones viven en lugares más vulnerables a estos fenómenos.** La complejidad política del problema se ve aumentada por el hecho de que el efecto de los gases de invernadero generados por los humanos se expande a lo largo de muchas décadas. De hecho, actualmente estamos sufriendo las consecuencias del desarrollo que los países industrializados iniciaron hace 150 años. De igual manera, los gases que se emiten hoy afectarán en mayor grado la vida de nuestros hijos, nietos y bisnietos. El cambio climático afectará más a los que actualmente tienen muy poca o ninguna voz en los debates políticos mundiales: los más pobres y los que ni siquiera han nacido (PNUD, 2007).

El problema del cambio climático, causado en parte por el desarrollo de algunos, se perfila ahora como uno de los grandes obstáculos a futuro para lograr el desarrollo de aquellos menos privilegiados. Los mejores modelos climáticos reportados a la fecha por el IPCC indican que bajo las condiciones actuales se espera un aumento de temperatura continuo de 0.2 grados centígrados por década lo que implica un probable aumento total de temperatura al final del presente siglo de 2 a 4 grados (IPCC, 2007a). Aunque este calentamiento de la temperatura del planeta no pareciera tan grande, es suficiente para resultar en cambios muy drásticos en variables tan importantes como el nivel del mar. En el escenario más pesimista<sup>2</sup> (que resulta en un aumento de temperatura de 4 grados), es probable que el nivel del mar aumente en 60 centímetros al final del presente siglo incrementando el riesgo de inundaciones en regiones costeras de todo el mundo donde se asientan muchos de los centros urbanos más importantes del planeta.

Adicionalmente, es probable que el calentamiento de las aguas del mar aumente la cantidad e intensidad de huracanes y tormentas tropicales con el consecuente aumento en desastres en regiones tropicales y subtropicales (IPCC, 2007b). En general, el calentamiento climático resultará muy probablemente en un aumento de la variabilidad climática, aumentando la frecuencia de eventos extremos de sequías e inundaciones. Los modelos de lluvia indican que serán los lugares hoy día más secos los que probablemente verán una mayor reducción en precipitación. Esto implica que las tierras semiáridas, actualmente ya limitadas para producción de alimentos debido a la baja humedad, serán todavía menos adecuadas para satisfacer las necesidades alimentarias de las poblaciones usualmente pobres que las habitan.

En todos los eventos descritos en el párrafo anterior, es importante resaltar la palabra “probable” (*likely* en el informe original), que en el lenguaje del IPCC indica una probabilidad de ocurrencia mayor del 66%. Algunos escépticos continúan citando esta incertidumbre en eventos futuros como base para justificar una respuesta limitada al problema de cambio climático. Dado que el sistema climático global es muy complejo, hay muchas variables que todavía son poco entendidas y es por ello que los científicos hablan de probabilidades y riesgos más que de certezas. Es importante recordar que una probabilidad de 66% es normalmente considerada alta: muy pocas personas emprenderían una actividad sabiendo que el riesgo de una lesión grave es de 6 de cada 10 eventos. En nuestra vida cotidiana, tomamos precauciones para disminuir las consecuencias de un potencial accidente, aun teniendo una baja probabilidad de que éste ocurra. Las consecuencias del cambio climático pueden ser tan catastróficas para nuestra generación, nuestros hijos y nuestros nietos que este mismo principio de precaución debiera empujarnos a actuar inmediatamente.

<sup>2</sup> El IPCC desarrolló cuatro escenarios de crecimiento socioeconómico en el planeta para el presente siglo. El escenario que resulta con mayores emisiones de GEI es el denominado A1FI que asume un crecimiento económico muy rápido, una población mundial que alcanza su máximo a mediados de siglo y tecnología basada en el uso intensivo de combustibles fósiles.

La reacción inmediata al problema del cambio climático no es solo precaución, es también la forma más económica de afrontar el problema. Ésta fue una de las principales conclusiones a las que llegó el llamado Informe Stern (Stern, 2006) solicitado por el Gobierno británico y elaborado por un grupo de especialistas de la Oficina del Tesoro del Reino Unido liderados por el director de dicha oficina, el economista Nicholas Stern. Los modelos económicos utilizados en dicho informe muestran que los costes globales y los riesgos del cambio climático equivaldrán a la pérdida del 5% del PIB anual global en el escenario más benigno. Por ser los más vulnerables, los países en vías de desarrollo sufrirán costos en exceso del 10% de su PIB de continuar las tendencias actuales. Por el contrario, los costes de acciones para reducir las emisiones de GEI pueden limitarse a alrededor del 1% del PIB global anual. El informe concluye que no estamos obligados a elegir entre evitar el cambio climático o promover el crecimiento y desarrollo.

Los cambios en las tecnologías energéticas y en la estructura de las economías han creado oportunidades para separar el desarrollo económico de un aumento en las emisiones de GEI. Por el contrario, si se ignoran los problemas del cambio climático, al final sí se dañará el crecimiento económico global y especialmente el desarrollo de los países pobres que serán los que sufran antes y más intensamente las consecuencias. **El informe resalta la urgencia de tomar acciones concretas ahora ya que cualquier retraso aumentará los costos futuros de adaptación de las sociedades.** La comunidad internacional ha estado negociando qué acciones concretas tomar desde la firma de la

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) que luego ha sido seguida por las Conferencias de las Partes anuales (COP por sus siglas en inglés). La última de estas reuniones, la COP 14 sostenida a finales de 2008 en Polonia enfatizó la importancia de **ampliar la capacidad de adaptación de los países en desarrollo** mediante la creación de mecanismos de financiamiento internacional que funcionen en forma ágil. En el tema de mitigación, se está buscando llegar a nuevos acuerdos sobre los **límites de emisiones de países desarrollados** y sobre la **transferencia de tecnología a países emergentes**. Se está poniendo también mayor énfasis en **atacar la deforestación en países en desarrollo**. Estos acuerdos pueden concretarse durante la COP 15 a realizarse a finales de 2009 en Dinamarca.

## 1.2 Análisis climático y escenarios de cambio futuro para Guatemala

A nivel nacional, se han publicado varios informes sobre cambio climático precisamente a través de la Unidad de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Los dos informes más completos a nivel nacional son el Inventario de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero (MARN, 2001a) y la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MARN, 2001b). Estos constituyen las fuentes principales de información en el tema y por ende son en gran medida la base para el análisis que aquí se presenta. Adicionalmente, se han publicado reportes de proyectos en áreas específicas del país. Se incluye una lista de los mismos en el cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Publicaciones de la Unidad de Cambio Climático del MARN**

No.	Título	Año	Disponible en Internet*
1	Inventario nacional de gases de efecto invernadero. Año base 1990	2001	Sí
2	Primera comunicación nacional sobre cambio climático	2001	Sí
3	Estudio de la vulnerabilidad actual Guatemala. Estudio de caso: subcuenca del río San José.	2005	Sí
4	Estudio de la vulnerabilidad actual Guatemala. Estudio de caso: subcuenca del río Naranjo.	2005	Sí
5	Inventario de gases de efecto invernadero año 2000.	2007	Sí
6	Vulnerabilidad actual al cambio climático. Cuenca río Naranjo y subcuenca río San José	2007	No
7	Vulnerabilidad futura al cambio climático. Cuenca río Naranjo y subcuenca río San José	2007	No
8	Identificación de medidas y estrategias de adaptación al cambio climático. Cuenca río Naranjo y subcuenca río San José	2007	No
9	Guatemala: compilación y síntesis de los estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático	2007	Sí
10	Análisis de la vulnerabilidad futura de los recursos hídricos al cambio climático	2007	Sí
11	Análisis de la vulnerabilidad futura de la producción de granos básicos al cambio climático	2007	Sí

\*[http://www.marn.gob.gt/sub/portal\\_cambio\\_climatico/index.html](http://www.marn.gob.gt/sub/portal_cambio_climatico/index.html) al 6 de abril de 2009

El Gobierno de la República de Guatemala firmó la CMNUCC al momento de su creación en 1992 y ratificó el convenio en 1995. La firma y ratificación de este convenio dieron al país una serie de compromisos que se empezaron a cumplir con la creación en 1997 de la Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta (OGIC) y el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC), entidades conformadas por representantes de los sectores gubernamental, no gubernamental, iniciativa privada y académico. Otro compromiso adquirido fue la publicación de la llamada Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, estudio que se inició en 1998 y que incluyó un análisis de escenarios climáticos, socioeconómicos y ambientales a futuro que luego permitieron evaluar la vulnerabilidad de varios sectores importantes del país ante el cambio climático. En 2008, se inició la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, documento que contendrá un nuevo inventario de

emisiones de GEI actualizado a 2005 y un análisis de opciones de mitigación y adaptación para el país. Se espera que este documento esté disponible a finales de 2009.

En la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, el análisis histórico de clima en Guatemala se realizó con base en datos del período 1961-1990 de la limitada red de estaciones del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). En esa ocasión, hubo necesidad de revisar y digitalizar los datos que en su mayoría estaban registrados manualmente en las boletas de campo. La temperatura media anual para este período presentó una tendencia al incremento de sus valores a finales de la década de los ochenta, aunque esta tendencia no fue estadísticamente significativa. Se observó en el análisis que se produjo un calentamiento mayor en los meses fríos (diciembre-febrero) que en los meses cálidos (marzo-mayo) (MARN, 2001b).

En el caso de la precipitación, el análisis mostró una disminución de valores anuales a partir de la década de los setenta. Esta tendencia sí es significativa estadísticamente y parece ser resultado de la reducción que se observa en la precipitación del trimestre junio-agosto (MARN, 2001b). En otras palabras, se ha observado una intensificación de la canícula, período en el que llueve menos y que se da a mediados de la temporada lluviosa. El análisis de aridez (índice de aridez anual en el que se utilizó la escala de valores de  $R_0$  del PNUMA) realizado mostró que una pequeña porción del país al oriente presenta áreas con climas semiáridos o subhúmedos secos que serían más fuertemente impactadas por sequías.

El comportamiento futuro del clima en Guatemala fue estimado mediante tres escenarios de emisiones de GEI elaborados por el IPCC (IS92a, IS92c y IS92e). Estos fueron construidos a partir de diferentes hipótesis sobre el crecimiento de la población, la economía, la producción y consumo de energía y las políticas relacionadas con la limitación de las emisiones de GEI. Los tres escenarios fueron seleccionados porque consideran las sensibilidades climáticas media, baja y alta, respectivamente, y un rango amplio de predicciones de calentamiento global basadas en el incremento de los GEI (MARN, 2001b).

Para evaluar los impactos que pueden darse por los cambios en el clima, la Primera comunicación nacional sobre cambio climático identificó cinco escenarios que abarcan la gama de situaciones futuras posibles: un escenario húmedo de poco cambio; un escenario húmedo de mucho cambio; un escenario seco de poco cambio; un escenario seco de mucho cambio y un escenario sin cambios.<sup>3</sup>

En cuanto a temperatura, todos los escenarios son consistentes en indicar que la misma aumentará entre 0.5 a 4 grados centígrados para el año 2050. La forma en que cambia la temperatura mes a mes a lo largo del año prácticamente no se alterará (MARN, 2001b), es decir, el aumento

en temperatura se reflejará en todos los meses y no en unos más que otros. Un estudio a menor escala realizado en las cuencas de los ríos Naranjo y San José, indica cambios entre -0.1 (temperatura mínima en la estación de Asunción Mita) y los 0.9 grados (temperatura mínima en la estación Catarina, San Marcos). En promedio, los cambios en temperatura para estas cuencas son de 0.4 y 0.2 grados, respectivamente (MARN, 2007a). Estos estudios de caso podrían indicar que es posible que el cambio en temperatura sea un poco mayor en áreas secas del país.

Aunque predecir tendencias de las condiciones sociales representa un reto significativo y cargado de incertidumbre, en esa Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático también se crearon escenarios socioeconómicos y demográficos. Estos fueron elaborados considerando el comportamiento de la economía internacional, las políticas económicas nacionales y el grado de atención al desarrollo social enmarcado en el Acuerdo sobre Aspectos Socioeconómicos y Situación Agraria de los Acuerdos de Paz. Los escenarios demográficos fueron establecidos con base en el éxito de las políticas de planificación familiar y de migración interna. Para cada uno se plantearon tres escenarios que abarcan un rango amplio de condiciones y fueron denominados: optimista, normal y pesimista. Éstos se elaboraron al corto (2000-2005) y largo plazo (2000-2020). En el escenario optimista se considera, por ejemplo, que para el 2020 la mortalidad infantil se reduzca al promedio de América Latina al 2005, la política de vivienda cubra el déficit habitacional al 2005 y la población bajo la línea de la pobreza se reduzca a los niveles de la década de los ochenta (MARN, 2001b). Estos avances en los sectores sociales y productivos en sí harían que la población no sea tan fuertemente afectada por los cambios en el clima, es decir, contribuirían a una población con mayor capacidad de recuperación. En el escenario pesimista, se espera que se estanque la disminución de la mortalidad infantil, no aumente la cobertura de los servicios de salud, el

<sup>3</sup> Aunque es importante tener nociones del proceso de elaboración de los escenarios y de los supuestos en que se basan, su inclusión en este informe sale de su alcance. Para esto, se recomienda consultar el documento MARN, 2001b.

crecimiento demográfico mantenga su crecimiento y la población bajo la línea de pobreza siga en aumento. Estas condiciones indudablemente aumentarían la proporción de la población que es fuertemente afectada por eventos climáticos y haría más difícil el proceso de recuperación.

### 1.2.1 La amenaza de los cambios de temperatura

El aumento y la variabilidad de la temperatura presentan amenazas para la humanidad; sin embargo, también podrían existir oportunidades. El efecto neto de dichos cambios de temperatura no se conoce y depende, en gran medida, de cómo la misma población reaccione ante ellos.

En los seres vivos, una temperatura más alta, dentro de ciertos límites, acelera procesos metabólicos como el crecimiento de tejidos o incluso de poblaciones (Krebs, 1994). Este cambio es positivo si se trata del aumento en productividad de cultivos, pero negativo si se trata de, por ejemplo, proliferación de plagas y enfermedades que afecten los cultivos o directamente a la población. Las temperaturas altas también pueden inhibir el desarrollo de ciertos cultivos y por lo tanto representan una amenaza para las poblaciones que dependan de ellos (por ejemplo: trigo, que se desarrolla entre los 10 y los 24° centígrados- [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)). No obstante, en algunas partes altas hay cultivos cuyo desarrollo es inhibido por las temperaturas mínimas, y el incremento de éstas (observado para Centroamérica en Aguilar *et ál.*, 2005:14) permitirá su cultivo (por ejemplo: el aguacate en altitudes mayores a 1800 metros sobre el nivel del mar, ANACAFE, 2004), por lo que también puede haber oportunidades.

La temperatura es uno de los tres factores a considerar para estimar el riesgo de incendios. En la medida que suba la temperatura, no sólo en promedio, sino en ciertos meses y días, así subirá la probabilidad de que se inicien incendios o que los mismos se propaguen con más facilidad. Si estos días coinciden con sequedad relacionada a la mayor evaporación, el riesgo es aún más alto. Esta podría constituir una amenaza significativa para los

bosques, plantaciones forestales, cultivos perennes e incluso poblados. Los incendios de 1998 dan una idea de la magnitud que estos siniestros podrían alcanzar en un escenario de temperatura más alta y humedad baja.

Los extremos de temperatura son los que tienen mayor potencial de causar daños severos, tanto los de temperaturas altas como las bajas. En el caso de una helada, aun si se da un día al año, puede acabar con plantaciones enteras. El grado en el que los cambios de temperatura se conviertan en amenazas dependerá mucho de la magnitud de los mismos, de su variabilidad y también de cómo las poblaciones respondan a ellos.

### 1.2.2 La amenaza de los cambios en precipitación

Los escenarios indican que podría haber una disminución de la precipitación en el trimestre julio-septiembre (intensificación del veranillo o canícula). La simulación y el análisis histórico indicaron la misma tendencia para la cuenca del río San José (región seca), aunque no fue así para la cuenca del río Naranjo (región húmeda) (MARN, 2007a). Debido a la dependencia de la lluvia para el desarrollo de la mayoría de cultivos, y en especial en la agricultura de subsistencia (por la falta de acceso a riego), esta tendencia de sequía podría ser una de las fuentes mayores de vulnerabilidad en el país. Haría falta un análisis de datos diarios o del balance hídrico durante dicho período o por mes para determinar la magnitud de esta amenaza. También preocupa el aumento de áreas semiáridas y subhúmedas secas, tal y como podría darse según el escenario extremo seco alto (MARN, 2001b).

El exceso de lluvia es un problema bajo la perspectiva del riesgo de desastres. Aunque la proyección alta húmeda muestra un aumento pequeño de la precipitación total anual, lo más relevante es la variación climática, puesto que son los eventos extremos de lluvia individuales los que pueden detonar desastres. Aunque hay incertidumbre en los escenarios, se ha mencionado que los eventos extremos de lluvia aumentarían (IPCC, 2000; Jiménez y Girot, 2002) y para

Centroamérica y el norte de Sudamérica ya se han registrado aumentos en los mismos (Aguilar *et ál.*, 2005).

Entre los efectos más directos que puede haber por el cambio climático está la alteración de los componentes del ciclo hidrológico. Las variaciones en la evapotranspiración y precipitación cambian la escorrentía superficial y subterránea, así como los niveles de los cuerpos de agua. El análisis del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos se basó en los escenarios normal, optimista y pesimista para 2030. Para la escorrentía, se estimó que habría una disminución del orden de 10% en todas las cuencas bajo el escenario normal; para el escenario optimista, se estimó un aumento de escorrentía del 15%; mientras que con el escenario pesimista se espera una disminución de hasta un 50% en algunos departamentos y ciudades importantes. El aumento o reducción de los caudales tiene impacto directo en los sistemas de suministro de agua y en la producción agrícola. Aparte de los cambios en las cifras anuales, la naturaleza de eventos individuales, en especial de precipitación, podrían ocasionar problemas como inundaciones, deslaves y pérdida acelerada de suelo, entre otros (MARN, 2001b).

### 1.3 Vulnerabilidad al cambio climático en Guatemala

La vulnerabilidad ha sido definida en el campo del cambio climático como el grado al cual un sistema es susceptible o incapaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y tasa de cambio y variación climática a la que un sistema se expone, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC 2007b).

Guatemala es un país vulnerable. Las condiciones sociales del país (índice alto de pobreza, inequidad y exclusión social) hacen que gran parte de la población sufra fácilmente ante situaciones de tensión política, económica y natural, incluyendo fenómenos climáticos. Entre otros, los factores que hacen vulnerable a una población mayormente

rural están la dependencia de la lluvia para cultivar, la falta de acceso a servicios de salud, el analfabetismo o escolaridad baja y la falta de acceso a crédito. La vulnerabilidad del país, presente y futura, hará que las condiciones que traiga el cambio climático tengan impactos muy fuertes en todos los aspectos de la vida nacional, a menos que haya mejoras sustanciales en las condiciones socioeconómicas.

Es bien sabido que en Guatemala, como se vio durante el terremoto de 1976, el huracán Mitch y la tormenta Stan, el impacto es altamente diferenciado, con mayor repercusión en la población indígena del área rural y la ubicada en áreas marginales de la capital (ver recuadro 1) (Plant, 1978; Wisner, *et ál.*, 2004; CEPAL, 2005). Se considera que, a nivel mundial, la población más pobre de países en desarrollo es la que se verá afectada más severamente por el cambio climático, a pesar de tener la menor responsabilidad en causarlo (PNUD, 2007). Guatemala ciertamente está dentro de esos países y su población pobre será la más afectada.

La vulnerabilidad alta en que viven miles de comunidades en Guatemala se ha creado históricamente por los modelos económico-políticos que han regido el país. La acumulación de riqueza en un porcentaje pequeño de la población ha resultado no sólo de la distribución desigual de la tierra sino del acceso a mano de obra barata que las fincas grandes han tenido. Se ha mantenido deliberadamente el estatus marginal de los campesinos, con políticas sociales y económicas que garantizan mano de obra barata (Plant, 1978; Dardón y Morales, 2006). Durante la época colonial la población indígena fue ubicada en “pueblos indígenas”, pero era forzada a trabajar cada año en las tierras de los colonizadores. Después de la independencia, la obligación de vivir en pueblos indígenas fue abolida, pero el trabajo forzoso existió hasta 1944 (Plant, 1978; Schweigert, 2004). Sin embargo, la legislación represiva ya no era necesaria para proveer mano de obra rural ya que los campesinos del altiplano fueron y han sido forzados a continuar su migración estacional por

su misma necesidad económica (Plant, 1978). Por ejemplo, en el altiplano occidental se estima que el 60% de comunidades (unas 3,000) está asentado en laderas y al menos un tercio de éstas tiene alto riesgo de desastres (Dardón y Morales, 2006:52,56). Los campesinos se han visto obligados a poblar estas tierras marginales y vulnerables.

En la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, se abordó el tema de la vulnerabilidad en la salud con base en el análisis de tres enfermedades asociadas a dicho fenómeno. Éstas son las infecciones respiratorias agudas (IRA), las enfermedades diarreicas agudas (EDA) y la malaria, todas para el año 2030 (MARN, 2001b). Los registros de IRA muestran tendencia a aumentar su frecuencia al comienzo de la temporada lluviosa, apreciándose un retraso en la aparición del período epidémico típico de finales del verano. Los datos de EDA están relacionados al régimen de lluvias y su distribución disminuye a medida que se acerca a las épocas en que llueve más (junio y septiembre). El análisis mostró también valores mayores en los meses de junio y julio. Lo único que el análisis mostró en cuanto a la malaria es una sensible disminución de casos en la región sur occidente del país (MARN, 2001b). Aunque estos resultados no muestran tendencias tan claras y específicas es importante su actualización periódica para disminuir la vulnerabilidad de la población a través de la orientación de políticas y acciones.

Debido a que la distribución y densidad del vector de la malaria (y el dengue) dependen de la temperatura y la humedad, existe preocupación a nivel mundial de que aumente la distribución geográfica de la enfermedad. Los parásitos que causan la enfermedad y los vectores que los transmiten se desarrollan exitosamente en regiones de temperaturas altas y húmedas. Por ejemplo, el *Plasmodium falciparum*, uno de los parásitos que causan malaria, no se transmite en lugares donde la temperatura es menor a los 21° centígrados (CDC, 2007). Aunque afortunadamente en Guatemala no se da la variedad letal de la malaria, se teme el aumento de la morbilidad por la expansión

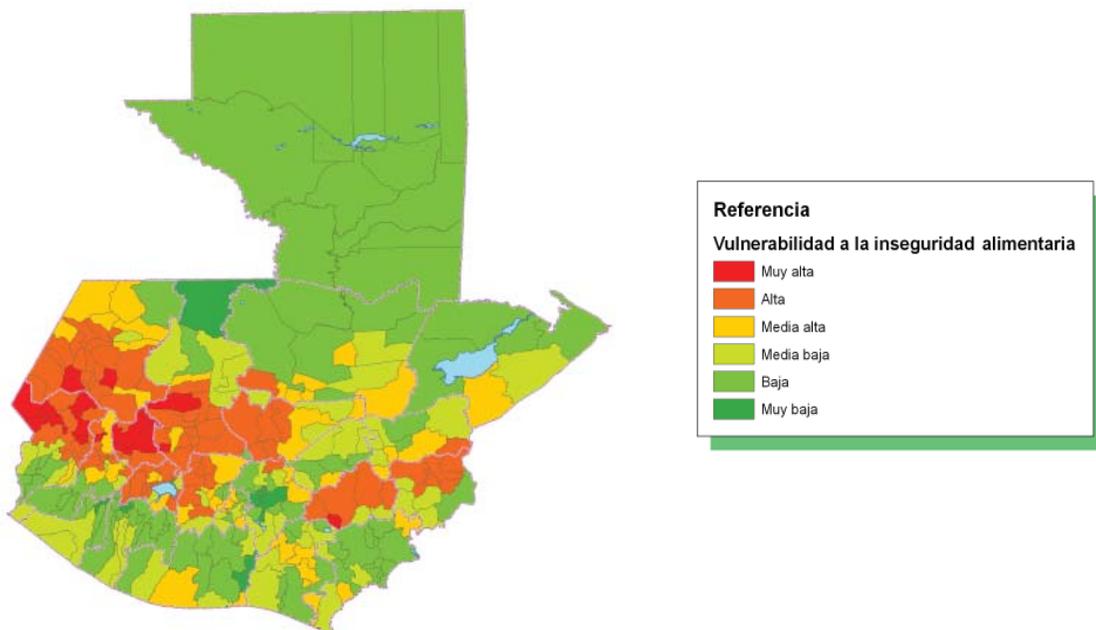
hacia lugares de altitud mayor en donde la temperatura aumente. Posiblemente, también cambie la época del año en que se transmite la enfermedad. La expansión de enfermedades como ésta en el altiplano encontraría una población densa, empobrecida y en gran parte excluida de servicios formales de salud, lo cual agravaría la morbilidad e incluso incrementaría las ya altas tasas de mortandad, especialmente en la población infantil.

En la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, los impactos del cambio climático en los recursos forestales se basaron en los escenarios de dicho cambio y en los escenarios ambientales para un período de 50 años. Se estima que los recursos forestales más vulnerables están constituidos por los bosques de coníferas debido a la reducción de su hábitat que resulta del aumento de la zona seca. En general, se espera que los bosques de hoja ancha aumenten su cobertura en el país. Debido a que los bosques de coníferas aportan cerca del 80% de la productividad forestal, su intolerancia a las condiciones climáticas esperadas tendría un impacto en la economía. En cuanto a la diversidad, la composición de los bosques podría verse afectada debido a que las variaciones climáticas podrían causar la pérdida de especies que no puedan soportar temperaturas más altas, o que alteren o inhiban las funciones de crecimiento y reproducción. Según los escenarios (optimista, normal y pesimista) entre el 0.38% y 3.67%, es decir, entre 41,377 y casi 400,000 hectáreas de la superficie de Guatemala sufrirían modificaciones severas en la cobertura forestal (MARN, 2001b). La actividad humana también seguirá influyendo en el destino de los recursos forestales tanto de forma positiva (por ejemplo: mantenimiento de parques y áreas protegidas) como negativa (por ejemplo: avance de la frontera agrícola) (MARN, 2001b). Estos cambios a su vez tendrán consecuencias en el grado en el que el cambio climático pueda afectar a las poblaciones, tales como que se mantenga el abastecimiento de agua (por regulación del ciclo hidrológico en áreas protegidas) y que aumente la probabilidad de ocurrencia de deslaves en algunas regiones (por deforestación).

En la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático también se analizó el impacto del clima y su variabilidad en la cantidad y calidad de la producción de granos básicos. Para ello, se simuló el crecimiento, desarrollo, evapotranspiración y absorción de nutrientes de los cultivos junto con las interacciones con el ambiente y la intercepción de la radiación solar. Se simuló la producción de los granos básicos para un horizonte centrado alrededor del año 2030, considerando los comportamientos espaciales de temperatura, precipitación y evapotranspiración para ese año. En general, las simulaciones presentaron producciones anuales menores que las consideradas en la línea base. Los impactos principales en la producción de maíz señalan un incremento en algunas zonas (15% en planicies de la costa sur; y 12% en los valles de Quetzaltenango y Totonicapán), además se registran zonas con variaciones ligeras y otras con disminuciones (por ejemplo, 34% en los valles de Asunción Mita y Jalapa; 16% en las tierras bajas de la cuenca del río Polochic) (MARN, 2001b).

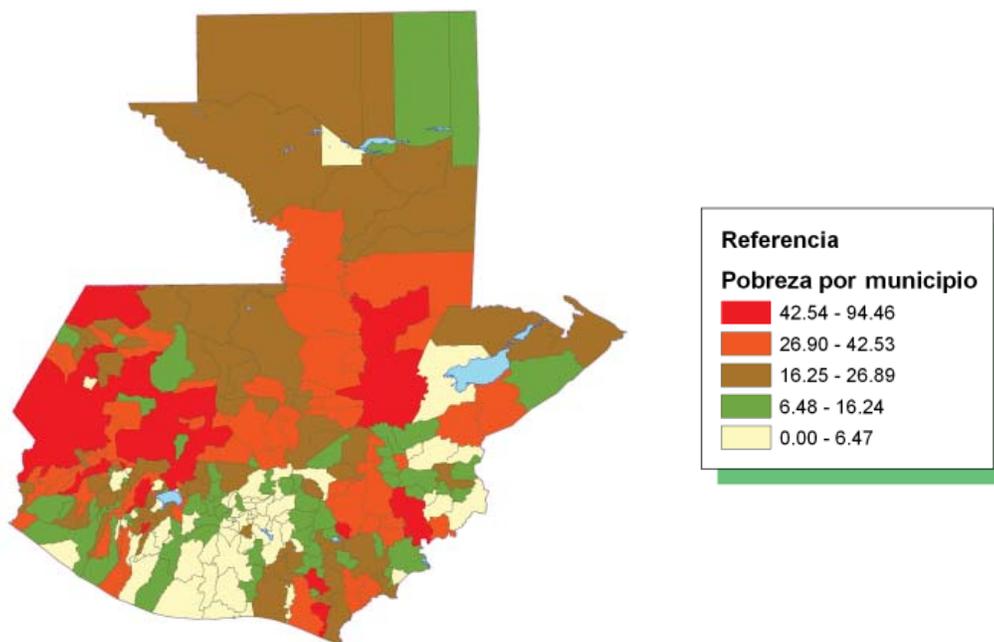
El mapa de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria podría indicar los lugares que también son más vulnerables al cambio climático. Como se ve en el mapa 1, la zona con índices altos es muy extendida en el país y la mayor concentración se da en el altiplano occidental, que coincide con los índices más altos de pobreza (mapa 2). La intercepción del mapa de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria (mapa 1) con el mapa de zonas que podrían sufrir de condiciones más áridas (mapa 3), podría indicar la población más vulnerable según la proyección futura de clima seco alto. Esta población se localiza especialmente en parte de Totonicapán, noreste de Quetzaltenango, sur del Quiché, gran parte de Baja Verapaz y el área Chortí de Chiquimula. De forma similar, la intercepción entre el mapa de pobreza (mapa 2), el mapa de amenaza de inundaciones (mapa 4) y el mapa de humedad de la proyección climática húmeda alta (mapa 5) indica que las áreas más vulnerables serían el norte de Alta Verapaz y la parte costera de San Marcos, así como algunas partes costeras de Retalhuleu, Santa Rosa y Jutiapa.

**Mapa 1**  
**Vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria**



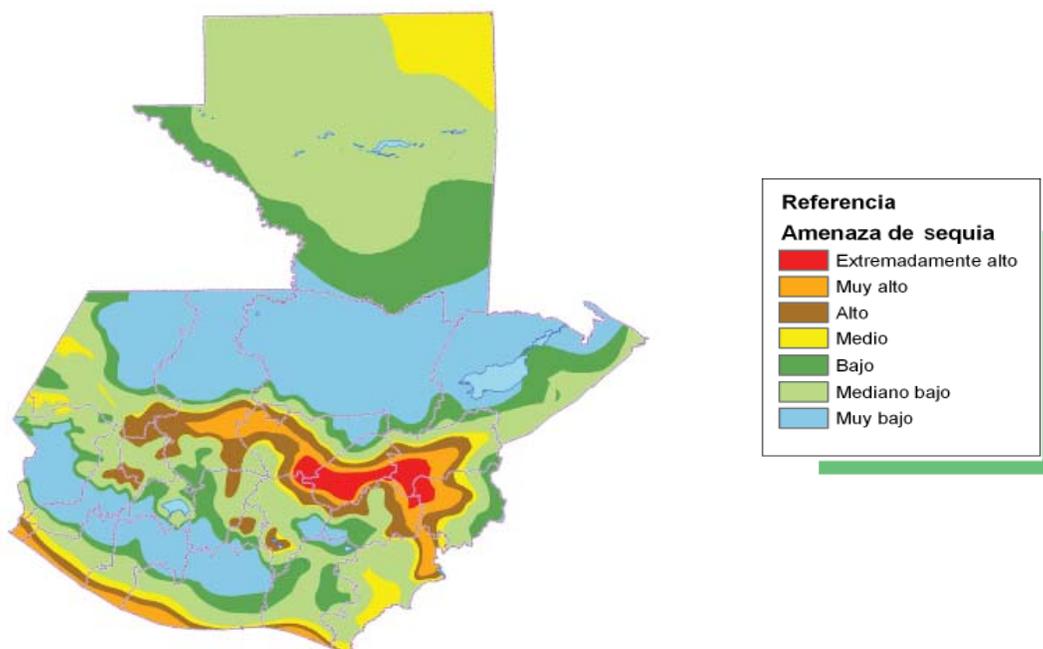
Fuente: INE Censo 1994. Elaboración geográfica de la Unidad de Planificación Geográfica de Gestión de Riesgos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación del año 2000, a escala 1:250,000.

**Mapa 2**  
**Pobreza por municipio**



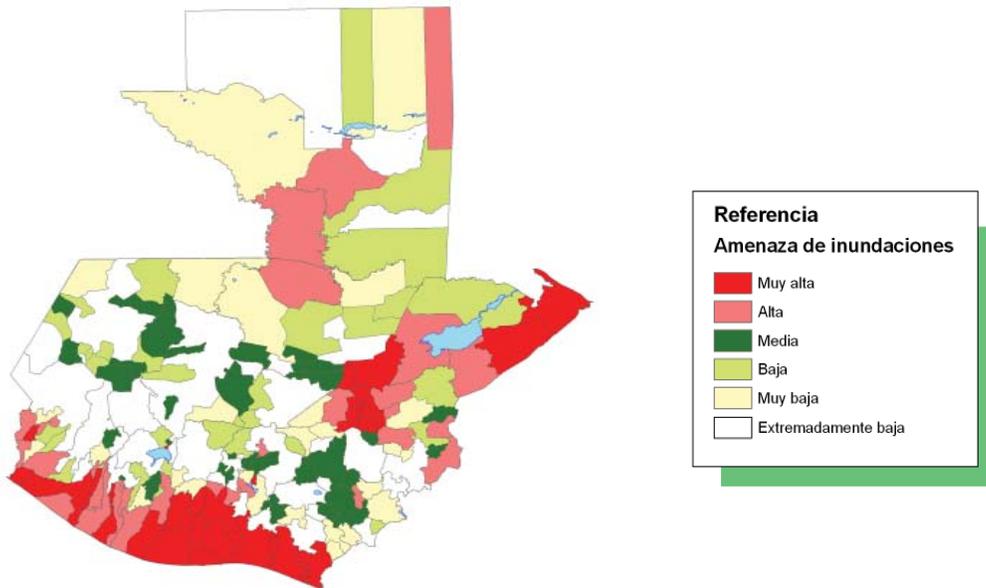
Fuente: INE Censo 1994. Elaboración geográfica de la Unidad de Planificación Geográfica de Gestión de Riesgos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación del año 2000, a escala 1:250,000.

**Mapa 3**  
**Amenaza de sequía**



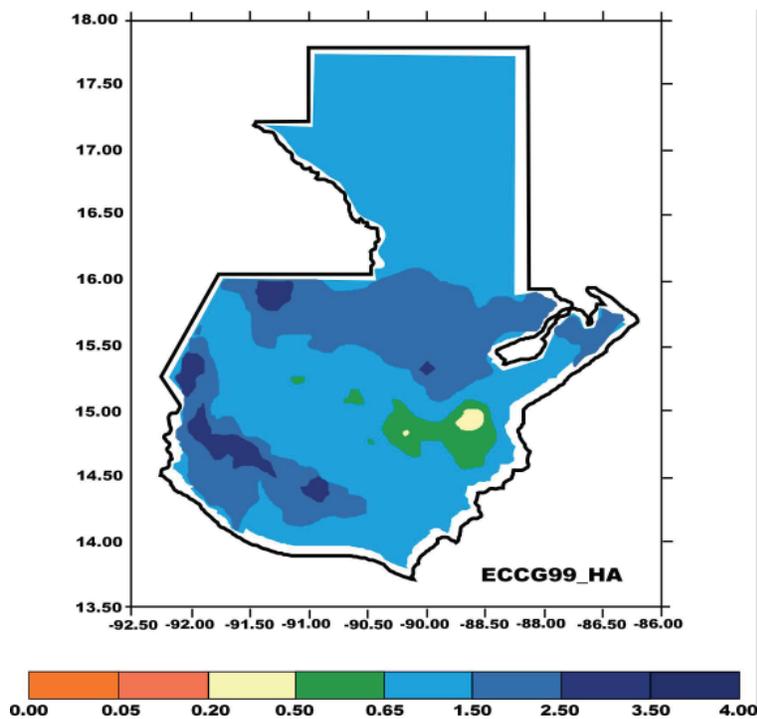
Fuente: INE Censo 1994. Elaboración geográfica de la Unidad de Planificación Geográfica de Gestión de Riesgos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación del año 2000, a escala 1:250,000.

**Mapa 4**  
**Amenaza de inundaciones**



Fuente: INE Censo 1994. Elaboración geográfica de la Unidad de Planificación Geográfica de Gestión de Riesgos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación del año 2000, a escala 1:250,000.

**Mapa 5**  
**Índice de aridez media anual para el escenario húmedo alto, para el año 2,050**



Fuente: tomado de la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Guatemala.

Aunque la población pobre probablemente sea la más afectada por el cambio climático, todos los habitantes de Guatemala podrían sufrir efectos directos e indirectos. Entre los efectos directos podría estar la pérdida de infraestructura vial por eventos extremos de lluvia, que afectaría fuertemente la actividad productiva tanto agrícola como industrial. Las experiencias con el huracán Mitch y la tormenta Stan demostraron

lo vulnerable que es la infraestructura ante estos eventos, que probablemente sucedan más a menudo. Como efectos indirectos podría darse el aumento en la criminalidad por la desesperación de la gente directamente afectada por algún fenómeno climático. La migración hacia la capital o hacia los Estados Unidos es otro efecto indirecto que los eventos climáticos podrían incrementar, tal como ya se vio durante el huracán Mitch (CEPAL, 2005).

### Recuadro 1

#### La tormenta tropical Stan: ¿confirmación o revelación?

Stan fue la tormenta tropical número 18 y el décimo huracán (brevemente en la categoría 1 de la escala Saffir-Simpson) de la activa temporada de huracanes de 2005. Este fenómeno hizo que entre el uno y el diez de octubre de 2005 se diera precipitación alta en el sur de Guatemala, sur de México y El Salvador, provocando inundaciones grandes en las partes bajas y deslaves numerosos en las zonas montañosas (INSIVUMEH, 2005).

El monto total del impacto (Q 7,473 millones o el equivalente a \$983 millones) equivale al 3.4% del PIB de 2004. El impacto fue mayor sobre el sector privado (59% del total) y la mayoría de grupos poblacionales de ingresos bajos, pequeños productores, sin capacidad de recuperación propia. La tormenta afectó a 3,500,000 personas (31% de la población total del país), de las cuales 500,000 fueron afectadas de forma directa.

Aparte del impacto directo en la salud de las víctimas, Stan causó daños en 6% de la infraestructura de salud, especialmente en áreas en donde la cobertura todavía es deficiente. En el sector educativo, 293 escuelas fueron dañadas parcialmente y 25 fueron destruidas. El impacto en los sectores económicos se concentró principalmente en la agricultura. La interrupción en las vías de comunicación afectó la circulación comercial, en particular, el abastecimiento apropiado de los negocios minoristas y ubicados a mayor distancia de los centros de producción y distribución.

Además, tuvo cierto impacto en los cultivos industriales y de exportación. El café, que es el de mayor valor agregado en Guatemala, experimentó pérdidas del 3.3% de la producción proyectada para 2005. La pérdida de producción de caña de azúcar se estimó en 2.5%, mientras que para el banano y el plátano los daños representaron el 2.3% de la producción. En el hule, los daños fueron estimados en Q265 mil. El monto de los daños en la industria asciende a unos Q75 millones.

En lo que respecta al agua para consumo humano, el impacto de Stan se dio en dos ámbitos, el primero en los sistemas de abastecimiento, afectando a 900,068 habitantes; el segundo, en los pozos artesanales (excavados a mano), se reportaron 26,258 dañados (115,535 personas afectadas), para un total de 1,015,603 habitantes. El monto total de daños en los sistemas de agua para consumo humano a nivel nacional asciende a Q75.6 millones.

A pesar de que el impacto en las cifras macroeconómicas del país no fue tan significativo, la proporción de la población que se vio afectada sí lo fue. La tormenta tropical Stan en Guatemala confirmó la vulnerabilidad del país y a la vez reveló el tipo de situaciones que se pueden dar en el futuro debido al cambio climático. La situación podría ser mucho peor si las tormentas tropicales que se dieran son más fuertes o si se dan más frecuentemente.

Fuente: CEPAL, 2005

## 2. Mitigación del cambio climático

---

### 2.1 Mitigación a nivel global

La mitigación se refiere a las acciones encaminadas a atacar la causa del problema, en este caso, las emisiones de gases de efecto invernadero. Para esto, se pueden desarrollar dos tipos de actividades: las primeras encaminadas a reducir las emisiones que generan actualmente todos los países del mundo; y las segundas a crear flujos en la dirección opuesta, es decir, crear sumideros que absorban en forma temporal o permanente los gases que capturan calor.

La reducción de emisiones debe enfocarse en los sectores y regiones del mundo que más producen estos gases de invernadero. Los diferentes informes mundiales indican que el sector energético es el responsable de las dos terceras partes de las emisiones y, dentro de este sector, la generación de energía eléctrica y el consumo de combustibles para transporte suman casi el 40% de las emisiones totales (IPCC, 2007c). La otra tercera parte de las emisiones se debe a las actividades agrícolas y forestales, donde tienen principal relevancia los procesos de deforestación que están ocurriendo a gran escala en las regiones tropicales. En términos de regiones del mundo, los países industrializados son los responsables del 57% de las emisiones al 2004 (PNUD 2007) y algunos países de mucha población y de rápido desarrollo como China, la federación rusa y la India que juntos sumaron el 27% de las emisiones del 2004 (PNUD 2007). Las acciones de mitigación en el área de reducción de emisiones incluyen: 1) reducir la dependencia del petróleo para generación de energía y como combustibles para transporte favoreciendo el uso de energías alternativas (renovables y nuclear) o cambiando de tipo de combustible fósil (por ejemplo, de carbón mineral a gas natural); 2) mejorar la eficiencia en la generación, distribución y uso de energía y combustibles para vehículos; 3) mejorar las prácticas agrícolas para aumentar la permanencia de carbono en suelos y reducir

las emisiones de metano en cultivos de arroz y en ganadería; y 4) reducir la deforestación.

En lo que se refiere a mitigación a través de la creación de nuevos sumideros, se ha desarrollado el término Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC) para referirse a las nuevas tecnologías que se están desarrollando desde la década pasada con el fin de recapturar el carbono generado en plantas de energía eléctrica a base de gas, biomasa y carbón mineral. Las tecnologías CAC harán posible separar los gases emitidos al quemar combustibles fósiles para transformarlos a forma líquida o sólida y que puedan ser transportados a sitios de almacenamiento lejos de la atmósfera, principalmente en formaciones geológicas subterráneas. Falta por determinar el impacto que estas prácticas puedan tener en las profundidades del planeta. Se espera que estas tecnologías estén listas en forma comercial para el 2030 (IPCC, 2007c) aunque tanto la Unión Europea como los Estados Unidos planean abrir de forma experimental plantas generadoras a base de carbón mineral con emisiones de carbono cercanas a cero para el año 2015 (PNUD 2007). Otra forma menos tecnológica de capturar carbono en forma lenta pero eficiente es mediante las actividades de reforestación ya que el 50% de la biomasa seca de los bosques en crecimiento es carbono. En el ámbito político, es importante que la disponibilidad de nuevos sumideros de carbono no afecte la presión sobre las sociedades para reducir sus emisiones mediante el uso de fuentes de energía renovables y estilos de vida más sostenibles.

Todas estas iniciativas de mitigación requieren de la decisión de los líderes de los países del mundo que se traduzca en políticas e incentivos fiscales y financieros que fomenten nuevas tecnologías y fuentes de energía para reducir y capturar emisiones. El primer paso a nivel mundial en este sentido se tomó con la firma del Protocolo de Kyoto como parte de la Convención Marco

de Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC). El protocolo de Kyoto establece un compromiso de reducción de las emisiones de GEI en al menos un 5.2% respecto a los niveles de 1990 producidos por parte de los países del Anexo I (países industrializados), durante el periodo 2008-2012.

Desafortunadamente, Estados Unidos, responsable de la quinta parte de las emisiones mundiales de GEI, decidió no ratificar este convenio. Existe mucha expectativa a nivel mundial sobre el cambio de Gobierno en Estados Unidos ocurrido a finales de 2008, esperando que el nuevo Gobierno flexibilice la posición de este gigante mundial. Parte de la negativa de Estados Unidos a ratificar el Protocolo de Kyoto, es que el convenio no obliga a ninguna reducción a los países no listados en el Anexo I, considerados países en vías de desarrollo. Esto deja fuera de cualquier obligación de reducciones de emisiones a China e India, grandes emisores en términos globales pero bajos en emisiones per cápita. La definición de las obligaciones de control de emisiones de los países en vías de desarrollo para el siguiente período de cumplimiento (más allá de 2012) es un punto de negociación internacional muy activo en las reuniones de las partes de la convención de cambio climático.

El Protocolo de Kyoto es básicamente un mecanismo de control y negociación de emisiones de gases que incorpora los llamados Mecanismos de Flexibilidad para ayudar a los países a lograr sus metas de reducción. Estos mecanismos son tres: 1) la Implementación Conjunta, que se refiere a la transferencia de certificados de reducción de emisiones entre países Anexo I; 2) la posibilidad de reducir emisiones como grupos de países organizados, tal el caso de la Unión Europea; y 3) el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que permite a países del Anexo I comprar reducciones de gases logradas en países en desarrollo. Básicamente, el MDL resulta en el establecimiento de un mercado en el que países del Anexo I compran Certificados de Emisiones Reducidas (CER) generados por

proyectos de reducción de emisiones de GEI en países en desarrollo del Anexo II. Guatemala ratificó el Protocolo de Kyoto en 1999 por lo que está en capacidad de participar en este mercado de carbono y ya lo está haciendo mediante proyectos de generación de energía hidroeléctrica que han permitido al país reducir sus emisiones por consumo de combustibles fósiles. Se está trabajando también en la actualidad en desarrollar proyectos de reducción de emisiones en los dos principales basureros del país. Es importante resaltar que la implementación de este tipo de proyectos usualmente requiere de cantidades sustanciales de recursos humano y financiero lo que ha limitado seriamente los proyectos presentados a nivel mundial por países pequeños y por sectores menos privilegiados dentro de estos países. China ha sido hasta el momento el principal beneficiario de proyectos MDL.

Es importante notar que la compleja implementación del Protocolo de Kyoto ha resultado en el desarrollo de mercados paralelos de carbono donde se negocian reducciones de emisiones en forma bilateral. Este tipo de mercados involucra a empresas que buscan reducir emisiones debido a regulaciones locales o por iniciativa propia para mejorar su imagen corporativa. Un ejemplo de estas regulaciones locales es la Ley de Soluciones para el Calentamiento Global decretada por el Estado de California en 2006 y que limita las emisiones de GEI de California al nivel de 1990 para el año 2020. Estas negociaciones bilaterales han abierto la posibilidad de incluir proyectos de protección de bosques, algo que el Protocolo de Kyoto no acepta en la actualidad ya que sólo reconoce como proyectos válidos los de reforestación. Este es un tema que está cambiando muy rápidamente en el ámbito mundial especialmente con la introducción del concepto de deforestación evitada, es decir, la protección de bosques ya existentes. El denominado REDD (*Reducing Emissions from Degradation and Deforestation*) es un mecanismo que ha estado en discusión desde la COP 13 en Bali y se espera que pueda tener una mayor aceptación mundial en la COP 15 de Copenhague. La discusión actual se centra alrededor de los detalles

de implementación de este tipo de proyectos, incluyendo temas de mediciones, verificaciones, pagos y derechos de las comunidades donde se desarrollarán los proyectos. Este último tema ha sido especialmente complicado ya que muchas comunidades indígenas alrededor del mundo han expresado su preocupación de que no se está tomando en cuenta adecuadamente su punto de vista en estas discusiones.

Los pueblos indígenas del área mesoamericana organizaron un taller en Panajachel, Guatemala al inicio de 2009 para discutir éste y otros temas relacionados con el cambio climático. Las principales preocupaciones expresadas en esa reunión sobre los proyectos de almacenamiento de carbono en bosques fueron que hasta el momento el proceso ha sido altamente centralizado por los gobiernos con una modalidad de arriba hacia abajo y no con una relación más horizontal con las comunidades locales. Hay preocupación porque la relación de los pueblos indígenas con los gobiernos de los países donde están localizados no ha sido siempre la mejor y dado que las negociaciones de los proyectos de captura de carbono se hacen mediante los gobiernos centrales, hay buena posibilidad de que no se tomen en cuenta los intereses de los pueblos indígenas y que éstos no reciban los beneficios en forma equitativa. Además, la experiencia ha mostrado que los proyectos externos con fondos sustanciales han causado división en el pasado y frecuentemente resultan en la corrupción de unos pocos líderes que luego hablan en nombre de todo el pueblo sin haber realmente realizado una consulta completa.

Aparte de ser incluidos en estos temas de mitigación, los pueblos indígenas esperan también participar en la discusión de los procesos de adaptación, donde será indispensable lograr una

sinergia entre las tecnologías modernas y los conocimientos autóctonos que han permitido que estos pueblos coexistan con su entorno por cientos o hasta miles de años (Ivic y Azurdia, 2008).

## 2.2 Emisiones de GEI en Guatemala

Las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero se estimaron para el año 1990, que es el año base acordado por la COP2 de 1996 (MARN, 2001a). El Cuadro 2 muestra los resultados de la estimación de emisiones para Guatemala. Se aprecia que el CO<sub>2</sub> es el gas de efecto invernadero más emitido en el país y sus fuentes principales son el sector energético (49.4%), compuesto principalmente por el sector transporte (28.3%) y la energía usada en la industria manufacturera (10.8%) entre otros, y el cambio de uso de la tierra por la conversión de bosques y sabanas (43.3%) (MARN, 2001b). Los procesos industriales que ocupan el tercer lugar en emisiones de CO<sub>2</sub> (7.3%) involucran principalmente la producción de cemento y cal.

En cuanto a absorción de CO<sub>2</sub> se estimó que los bosques y suelo de Guatemala absorbieron 42,903.727 Gg, que luego de restar las emisiones (7,489.619Gg), dan una absorción neta de 35,414.108 Gg (MARN, 2001b). Este resultado asume que los bosques de Guatemala están en continuo crecimiento, incluso los bosques maduros, y este crecimiento compensa por mucho el carbono perdido a causa de la deforestación. Sin embargo, en la actualización al año 2000, se indica que mientras las emisiones a nivel nacional por deforestación van creciendo (aumento de 231%), la capacidad nacional de absorción de CO<sub>2</sub> va disminuyendo (reducción de 38%, debido al aumento de la deforestación) (MARN, 2007b).

**Cuadro 2**  
**Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, 1990 en Gg.**

Gases de efecto invernadero y categoría de sumidero	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Totales	7,489.619	199.556	20.709	43.792	961.655	105.949	74.497
Energía	3,700.402	34.401	0.520	36.905	725.726	91.743	74.235
Procesos industriales	544.664					14.206	0.263
Uso de solventes y de otros productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
Agricultura			129.872	19.691	5.670	193.085	
Cambio de uso de la tierra y silvicultura	3,244.553	4.896	0.034	1.217	42.844	0	0
Desechos	0	30.387	0.464	0	0	0	0

Fuente: adaptado de MARN, 2001b.

NE = No estimado, COVDM = Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano.

En 2007, la Unidad de Cambio Climático del MARN publicó un inventario preliminar de las emisiones de GEI del país actualizado al año 2000 (MARN, 2007b). El documento únicamente incluye los resultados globales sin el detalle de los procedimientos de cálculo usados y enfatiza que los resultados son preliminares. Por esta razón, no se considera aquí una discusión extensa de esos resultados aunque los mismos sí permiten extraer algunas conclusiones generales sobre las tendencias del país durante la década 1990-2000. En general, las emisiones de GEI de Guatemala para ese período aumentaron considerablemente en todos los gases evaluados, siendo el CO<sub>2</sub> el gas que muestra mayor aumento. Las emisiones de este gas para el 2000 son tres veces más altas que las reportadas para 1990. Los sectores energético y de uso de la tierra prácticamente triplicaron sus emisiones de CO<sub>2</sub> en este período y el sector industrial duplicó sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Todo esto indica que el crecimiento económico del país en ese período se hizo a expensas de usar más energía a base de combustibles fósiles y en deforestar más tierras

para dedicarlas a la producción agropecuaria. Será muy interesante observar los cambios registrados en el nuevo inventario al año 2005 que se espera esté listo a finales del 2009.

### 2.3 Opciones de mitigación en Guatemala

Las opciones de mitigación al cambio climático para Guatemala fueron inicialmente identificadas en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático para los diferentes sectores descritos en ese documento. A continuación, se resumen las principales acciones que como país se pueden tomar para reducir las emisiones de gases de invernadero.

#### 2.3.1. Sector energía

Las dos fuentes principales de emisiones para este sector son los combustibles usados para el transporte (48% de las emisiones de energía en 2000) y en las industrias energéticas (27% de las emisiones en 2000) (MARN, 2007b). La mitigación

en el sector transporte debería ir encaminada en tres líneas principales a corto y mediano plazo: aumento del uso del transporte colectivo en centros urbanos, desarrollo de sistemas de transporte de carga más eficientes y aumento en la eficiencia de combustible de los vehículos. En el sector energético, las mitigaciones pueden darse fomentando las fuentes de energía renovables en el ámbito nacional y la eficiencia energética en la industria, el comercio y el hogar a nivel local.

El crecimiento del parque vehicular del país y especialmente de la ciudad capital incide en que el consumo de combustibles para vehículos sea la principal fuente de emisiones de gases invernadero en el sector energía. Éste es un problema típico de todas las grandes urbes del planeta. El crecimiento desordenado de las áreas residenciales, comerciales e industriales hace que haya dependencia casi total del transporte motorizado para llegar a los trabajos, centros de estudio o áreas de recreación y comercio con el consecuente embotellamiento del tránsito. Estos embotellamientos se solucionan a corto plazo con la construcción de vías rápidas mejoradas que sin embargo estimulan un mayor uso vehicular, lo cual se suma al crecimiento continuo del problema (Nebel, 1999). Soluciones concretas para romper este círculo vicioso son: 1) mejorar y fomentar el uso del transporte colectivo y la eficiencia en el transporte particular; 2) planificar el desarrollo de centros de servicios y comercio así como industrias ligeras y oficinas profesionales cerca de las áreas residenciales de alta densidad; 3) fomentar el uso de bicicletas o motocicletas construyendo vías especiales para este tipo de transporte; y 4) proveer incentivos fiscales para fomentar el uso de vehículos pequeños más eficientes en el uso de combustible. Una limitante en Guatemala para la implementación de estas medidas es la inseguridad pública. Por otra parte, es importante desarrollar estándares nacionales de eficiencia de combustible para el transporte en general tratando de maximizar el número de kilómetros que los vehículos viajan con un galón de combustible. A pesar de que este tipo de regulaciones siempre encuentra fuerte oposición de los fabricantes de vehículos a nivel mundial,

será importante aquí adherirse a esfuerzos que en este sentido se desarrollen en países como Estados Unidos y la Unión Europea.

El uso de combustibles alternativos puede jugar un papel muy importante en reducir las emisiones de carbono en el sector transporte. A mediano plazo se prevé que el hidrógeno sea un combustible comercialmente viable para usarse en vehículos de todo tipo a nivel mundial. A más corto plazo, los biocombustibles ofrecen una promesa viable de reducir la dependencia del petróleo para el transporte. A pequeña escala, los biocombustibles presentan una opción de adecuada disposición de desechos de aceites vegetales usados en industrias alimenticias obteniéndose así el doble beneficio de manejar adecuadamente un desecho contaminante y reducir las emisiones de carbono. En Guatemala, son seis las compañías que producen biodiésel a partir de aceite reciclado, la compañía Guatebiodiésel S.A. tiene la mayor capacidad instalada (1,500 galones por día) Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2007). Este tipo de industria es reciente en el país y la producción es a pequeña escala, principalmente para autoconsumo, como forma de procesar sus propios desechos de aceite. Un buen ejemplo de esto es la empacadora de embutidos Toledo que ha logrado producir de esta manera suficiente biodiésel para movilizar una buena parte de su flotilla de transporte y biobúnker para sus calderas de vapor.

A mayor escala, los biocombustibles presentan una opción de negocios para países tropicales que pueden ofrecer la producción de aceites vegetales destinada a producir biodiésel o etanol a partir de caña de azúcar. La ventaja de mayores ingresos para países en desarrollo se puede ver disminuida por un posible incremento de los precios de los granos básicos usados en la fabricación de estos combustibles, principalmente el maíz, algo que ya se observó en Guatemala y especialmente en México el año pasado. Adicionalmente, la producción masiva de monocultivos para convertirlos en combustibles puede crear una presión inmensa sobre los ya frágiles ecosistemas de Guatemala y otros países tropicales. Esta

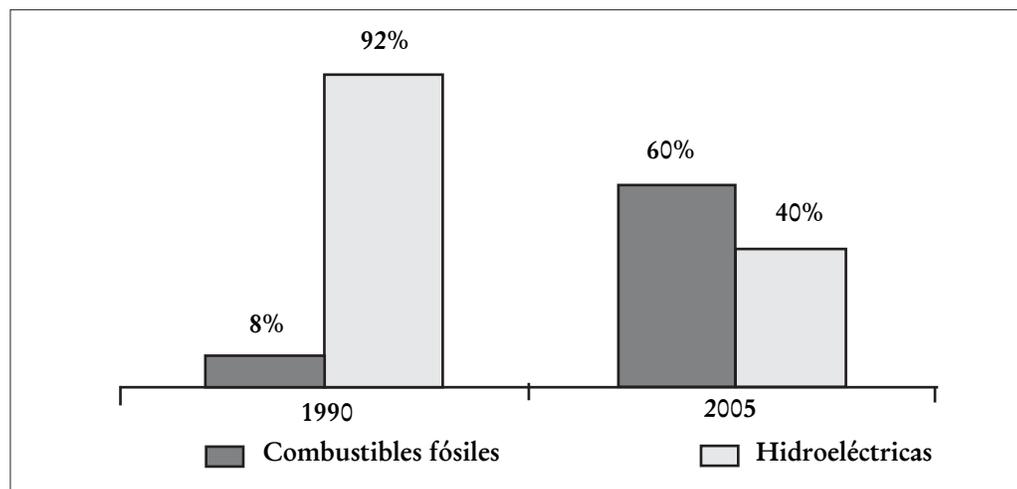
presión provendría de una mayor demanda de tierras agrícolas a expensas de tierras con cobertura forestal o cultivos permanentes y también de una mayor demanda de uso de agua de riego, algo que en Guatemala es de por sí ya preocupante en las zonas cañeras donde se utilizan grandes cantidades del recurso hídrico para mantener la productividad de los campos en la época seca. A manera de ejemplo, vemos que el área sembrada de palma africana en el país aumentó en un 64% en el período 2000-2005 (MEM, 2007). A pesar de que la mayoría de esta palma fue sembrada en tierras ya deforestadas, muchas veces se hizo a expensas de comprar tierras agrícolas a pequeños agricultores en Petén. Algunas de estas familias al verse desposeídas de sus tierras, buscan invadir áreas protegidas con cobertura forestal para crear nuevas áreas de siembra. De esta manera, la expansión de un monocultivo influye indirectamente en la deforestación del país. Finalmente, es importante resaltar que la producción de biocombustibles resulta en la emisión de otros gases de invernadero como metano y óxido nitroso que no son neutralizados como el dióxido de carbono con el ciclo de crecimiento de las plantas, lo cual aportaría al inventario de emisiones del país.

Debido a las diferentes aristas económicas, ambientales y sociales que el tema presenta,

es muy importante que Guatemala tome decisiones al respecto en forma muy cautelosa y consultando en lo posible a todos los sectores involucrados. Un buen inicio en este sentido es la formación en junio de 2007 de la Comisión Interministerial de Biocombustibles, integrada por el MARN, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y el Ministerio de Economía (MINECO), que está elaborando una política nacional sobre el tema. Será importante que esta comisión integre en la discusión a sectores privados, ONG y académicos del país.

En lo que respecta al uso de combustibles para producir energía eléctrica, se presentan dos áreas de acción importantes para mitigar las emisiones de gases invernadero del país. La primera tiene que ver con el incremento de fuentes de energía renovables, especialmente la hidráulica, geotérmica y solar que en el país tienen un potencial muy alto. Se estima que solamente el 13% del potencial hidrológico y geotérmico está siendo aprovechado (INDE, 2007). En este sentido, es muy importante que Guatemala revierta la tendencia de los últimos 15 años mostrada en la gráfica 1 tomada del documento de Política Energética para el país (MEM, 2007) que muestra que la mayor parte de la energía eléctrica del país se genera quemando combustibles fósiles.

**Gráfica 1**  
Comparación de las fuentes de energía usadas en 1990 y 2005



Fuente: Dirección General de Energía, MEM, 2007

El documento de política en cuestión establece como segunda prioridad la diversificación de la matriz energética del país priorizando las energías renovables, aunque es interesante notar que el problema de calentamiento global no se menciona como una razón para buscar este incremento en el uso de energías renovables. Aun así, esto es definitivamente un paso en la dirección correcta ya que **bajo las circunstancias actuales del mercado, las energías renovables no serán competitivas a menos que se creen incentivos a través de políticas de Estado y que se empiece a cobrar el costo ambiental de continuar quemando combustibles fósiles.** Actualmente, existe una Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, pero falta que el documento de política energética se traduzca en acciones concretas para alcanzar los lineamientos allí planteados. Podría verse como un pequeño paso para dar un buen ejemplo, la instalación de paneles solares para suplir parcialmente la energía eléctrica de las oficinas centrales que el MEM realizó en el 2007.

La segunda línea de acción para reducir las emisiones debidas al sector energético enfatiza la eficiencia energética en todos los sectores del país. Es importante fomentar una cultura de ahorro de energía en toda la población y buscar que la industria mejore continuamente su tecnología para producir más con menos energía. El uso de bombillas fluorescentes es una muy buena forma de mejorar la eficiencia energética tanto en el hogar como en el comercio y las oficinas.

Es importante recordar aquí que cualquier proyecto que reduzca emisiones de carbono en cualquier sector productivo del país tiene el potencial de ser negociado en el mercado mundial de reducciones de carbono creado por el MDL del Protocolo de Kyoto. El cambio de fuentes de energía fósil por energía hidráulica ha probado ser de las formas más directas de acceder a estos fondos MDL y en Guatemala se tienen ya cinco hidroeléctricas privadas que están recibiendo fondos por la venta de certificados de carbono. Estos fondos constituyen una forma adicional de financiar los altos costos de implementación de proyectos hidroeléctricos.

Un tema complejo en el sector energía lo constituye el uso de biomasa, principalmente leña, como fuente de energía doméstica. El inventario de 1990 indica que la fuente de energía de mayor consumo en Guatemala era la biomasa, que en ese entonces representaba el 79% de la oferta energética del país, y emitía 3.6 veces más CO<sub>2</sub> que el resto de fuentes energéticas juntas (MARN, 2001a). Es interesante notar que estas emisiones no fueron incluidas directamente en el inventario nacional ya que los métodos del IPCC estipulan que las emisiones anuales por quema de biomasa deben considerarse nulas para el sector energía ya que la biomasa quemada se regenera al crecer de nuevo el bosque. Cualquier consumo no sostenible de leña que resulte en deforestación queda incluido en el inventario de GEI a través de las emisiones reportadas por el sector de uso de la tierra.

La pregunta sobre si el consumo de leña en Guatemala se hace de forma sostenible o si contribuye efectivamente a la deforestación no es fácil de contestar. Por un lado, las cifras que indican el consumo de leña son altas: según el perfil ambiental de Guatemala (URL e Instituto de Incidencia Ambiental, 2006), el 57% de los hogares guatemaltecos usan leña para cocinar y en el área rural, esta cifra sube al 86%; adicionalmente, el Instituto Nacional de Bosques de Guatemala (INAB, 2005) reporta que para el período 1999-2004, la tercera parte del volumen de productos extraídos del bosque correspondió a leña. Por otro lado, **las mismas cifras oficiales del INAB muestran que las tasas de deforestación en el altiplano occidental de Guatemala, la región con mayor densidad de población rural y mayor consumo de leña, son muy cercanas a cero** (UVG, INAB, CONAP, 2006), sugiriendo un consumo sostenible de leña. La mayor deforestación en el país ocurre en Petén, Izabal y Alta Verapaz, departamentos con baja densidad de población y por tanto bajo consumo total de leña. Esto sugiere que **la mayor pérdida de bosques en Guatemala no está relacionada a consumos domésticos de leña o madera sino a procesos agropecuarios de mayor escala como ganadería y siembra de monocultivos de comercio mundial.**

### 2.3.2. Recursos forestales

El sector del recurso forestal es un área donde Guatemala tiene mucha posibilidad de desarrollar proyectos de mitigación de emisiones de gases de invernadero. Las emisiones en este sector son principalmente de CO<sub>2</sub> resultante de las más de 73,000 hectáreas de bosque que se pierden cada año (UVG, INAB, CONAP, 2006). La mitigación entonces deberá ir encaminada a reducir esta alta tasa de deforestación en el país. Esto se puede lograr enfatizando varias líneas prioritarias de acción. Es muy importante fortalecer el control del Estado en las áreas protegidas a través del fortalecimiento de la institución rectora CONAP y de otras medidas tendientes a aclarar los derechos de tierra en áreas forestales y de lograr una mayor participación de todos los sectores del país en el proceso de conservación de ecosistemas naturales. La solicitud de inconstitucionalidad que presentó la Cámara de Industria en 2006 para declarar la suspensión de la ley de áreas protegidas es una muestra de lo complicado que resulta convencer a los sectores productivos del país de la necesidad de proteger ciertas áreas del territorio nacional.

El CONAP recibe un presupuesto que representa menos del 0.5% del gasto del Gobierno y tiene a su cargo el manejo de la tercera parte del país que está bajo algún tipo de protección. **La debilidad del CONAP y de otras instituciones de apoyo en la persecución del delito ambiental resulta en que el 40% de los bosques perdidos en Guatemala sea talado en áreas protegidas.** Claramente, estas cifras muestran que no se están haciendo suficientes esfuerzos como país para proteger nuestros bosques. La experiencia ha demostrado que una buena forma de proteger los bosques es trabajar con las comunidades que los utilizan y los han utilizado por cientos de años (CEA, 2007). Es interesante notar que las áreas del altiplano occidental que tienen las densidades de población más altas del país son también las regiones que presentan tasas netas de deforestación más bajas, incluso cercanas a cero. Estas comunidades, en su mayoría indígena, dan importancia espiritual a los recursos naturales como parte de su cosmovisión y

han aprendido después de muchos años a utilizar el recurso forestal en forma sustentable. Es necesario que los guatemaltecos reconozcan el valor de los bosques no sólo como fuente de recursos maderables sino como proveedores de servicios ambientales de conservación de biodiversidad y de fuentes de agua, de control de erosión de suelos, como fuente de recursos no maderables y ahora como mitigadores del problema de cambio climático. El papel de los bosques en prevenir desastres por deslaves es un tema más controversial que será discutido más adelante en la sección de gestión de riesgo a desastres.

La protección de los bosques como mitigadores del cambio climático presenta ahora un incentivo económico adicional al poder acceder a recursos financieros por venta de certificados de emisiones de carbono reducidas o evitadas. El MDL en este ámbito es bastante restrictivo en este primer período de cumplimiento del Protocolo de Kyoto ya que sólo admite proyectos de reforestación que hayan iniciado después del año 2000 y que ocurran en tierras que no tenían cobertura forestal al año 1990 (las llamadas “tierras Kyoto”). Hay mucha presión internacional para abrir el protocolo en el siguiente período de cumplimiento a partir del 2012 a la llamada deforestación evitada, es decir, la protección de los bosques maduros, algo que beneficiaría mucho al país si se logra mantener y mejorar la protección de nuestros bosques existentes. Este tipo de proyectos de deforestación evitada es ya posible en mercados voluntarios de carbono, es decir, mercados que no se rigen por las normas del Protocolo de Kyoto (véase el recuadro 2). Las negociaciones en diciembre de 2007 en la Conferencia de Cambio Climático de las Naciones Unidas, realizada en Bali, Indonesia, ampliaron significativamente la posibilidad de que la deforestación evitada se tome en cuenta en el período post-Kyoto. Los mecanismos y alcances serán definidos durante las discusiones previstas para 2008 y 2009 (Naciones Unidas, 2007).

Los proyectos de venta de carbono en plantaciones forestales bajo el mecanismo MDL han resultado difíciles de negociar y hasta el 2007 no se tiene en

Guatemala ningún proyecto aprobado para vender certificados de carbono MDL. En el mundo, apenas se está empezando a certificar las metodologías para desarrollar este tipo de proyectos. La mayor limitante a la fecha para este tipo de proyectos son los altos costos de transacción del proceso de campo de medición y posterior certificación del contenido de carbono en las plantaciones. Adicionalmente, los certificados de reducción que se puedan emitir por plantaciones forestales tendrán validez temporal y caducarán cuando la plantación sea cosechada para utilizar la madera. Esta limitante puede reducir el valor de este tipo de certificados en el mercado internacional. Recientemente, ha habido mucha discusión en torno al desarrollo de proyectos de protección de bosques para reducir la deforestación REDD.

Particularmente en Guatemala, el CONAP ha estado muy activo buscando desarrollar este tipo de proyecto para la Reserva de Biósfera Maya donde se encuentran las mayores reservas forestales del país. Esta iniciativa ha contado con el apoyo de *Rainforest Alliance* y otros grupos nacionales e internacionales y se espera que sirva como precedente para el desarrollo de otros proyectos similares en el país. Es importante asegurar que estos proyectos de protección de bosques realmente generen oportunidades de ingresos para los sectores rurales y comunitarios que son los más necesitados de estos recursos no sólo para reducir su dependencia de los productos del bosque, sino para tener mejores oportunidades de adaptación a posibles eventos extremos.

## Recuadro 2

### Captura de carbono ayuda a los bosques del altiplano occidental

Un buen ejemplo de una negociación de certificados de carbono fuera del Protocolo de Kyoto se tiene en Guatemala con la negociación bilateral y posterior venta de carbono que la ONG internacional CARE logró con una empresa generadora de energía en Estados Unidos. En este proyecto, *Applied Energy Service* de Estados Unidos aportó voluntariamente dos millones de dólares para apoyar los proyectos de CARE de apoyo al manejo forestal municipal en el altiplano occidental de Guatemala. CARE, a su vez, se comprometió a demostrar la permanencia de 5.2 millones de toneladas de carbono en un período de diez años. Los fondos recibidos por CARE fueron usados para financiar parcialmente el proyecto MIBOSQUE que apoya a las municipalidades de Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango y Totonicapán a manejar adecuadamente sus bosques municipales y comunales. Este proyecto muestra un buen ejemplo de cómo los fondos disponibles a nivel internacional pueden ayudar al desarrollo local de comunidades y municipalidades en áreas rurales de Guatemala. En la actualidad, CARE está trabajando junto con el Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala (CEA-UVG) para cuantificar que efectivamente se tenga esa cantidad de carbono presente en los bosques y municipalidades apoyadas. Este trabajo ha permitido generar información muy valiosa sobre el contenido de carbono de los bosques del altiplano occidental del país (Castellanos y Flores, 2006; Castellanos *et ál.*, 2007).

### 2.3.3. Mitigación en otros sectores productivos del país

Los otros tres sectores que presentan emisiones de GEI en Guatemala son el sector industrial, el agrícola y el de manejo de desechos sólidos. Las emisiones en estos sectores son menos importantes que los dos sectores ya discutidos y juntos no llegan al 5% del total de emisiones del país. Aun así, es posible pensar en algunas prácticas que ayuden a reducir las emisiones actuales y de paso agenciarse con algunos fondos por lograr emisiones reducidas.

En el sector agrícola, la reducción de emisiones se puede lograr si se evitan las prácticas de quemar prescritas previas a la siembra (rozas) y las de quemar los residuos agrícolas en el campo antes o después de la cosecha, lo que es importante en el sector cañero. Aunque la quema de material vegetal es, en teoría, neutra en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, produce otros gases de invernadero que sí permanecen en la atmósfera aunque la vegetación vuelva a regenerar en el ciclo de producción. Reducir las emisiones por quema de material vegetal ayudaría no sólo al problema de cambio climático sino también, lo que tal vez es más importante, mejoraría considerablemente la calidad del aire, y por tanto la calidad de vida de los habitantes, especialmente de las regiones costeras donde estas prácticas son muy comunes.

El sector de manejo de desechos sólidos y líquidos contribuye al problema de calentamiento global

con la producción de metano, como resultado de la descomposición de la basura en ausencia de oxígeno. El proyecto de mitigación en este caso puede tomar dos formas: primero, capturar el metano producido en la descomposición de esos desechos para que no escape a la atmósfera y utilizarlo para sustituir parcialmente el uso de combustibles fósiles (por ejemplo, sustituir estufas de gas propano con estufas que usen este gas metano). El segundo tipo de proyecto que es más fácil de implementar consiste en quemar el metano antes de ser liberado para convertirlo en CO<sub>2</sub> ya que el dióxido de carbono es un gas de invernadero con menor poder de captura de calor por molécula. Este tipo de proyectos especialmente en basureros y rellenos sanitarios han tenido éxito en vender certificados de emisiones reducidas bajo el MDL y han sido desarrollados principalmente en países como Brasil y China. En Guatemala se han iniciado estudios de prefactibilidad para desarrollar proyectos en los dos vertederos más grandes del área metropolitana de la capital: el basurero de la zona 3 y el relleno de Villa Nueva en donde se están haciendo mediciones por parte de una empresa inglesa para determinar la cantidad de metano emitido que podría quemarse para que no entre a la atmósfera. De nuevo aquí se tiene un ejemplo de cómo una posible reducción de emisión de gases de invernadero puede ayudar a mejorar la situación del manejo de la basura en Guatemala, un problema ambiental muy serio en el país y que afecta claramente la calidad de vida de los habitantes.

### 3. Adaptación al cambio climático

El término adaptación se ha entendido como los arreglos que se dan en el comportamiento y características de un sistema que aumentan su habilidad para soportar estreses externos (Brooks, 2003). La adaptación al cambio climático se ha definido como un ajuste en los sistemas ecológicos, sociales o económicos en respuesta a cambios esperados u observados en el clima y sus efectos para aliviar el impacto adverso de dicho cambio o bien para aprovechar nuevas oportunidades (Adger *et ál.*, 2005; IPCC, 2001). Aunque en las últimas dos décadas el tema de la adaptación no fue abordado de lleno, especialmente por la gente que abogaba por la reducción de emisiones y que veía en la adaptación una forma de condonar la contaminación de los países desarrollados (Pielke *et ál.*, 2007), la adaptación al cambio climático ha recobrado importancia en los últimos años y se ha puesto como alternativa o estrategia complementaria y necesaria a la mitigación ya que los efectos del cambio climático serán sensibles en las siguientes décadas aun si se logra mitigar las emisiones de gases de invernadero (Pielke *et ál.*, 2007; Smit *et ál.*, 2000).

Las definiciones de adaptación tienen en común que mencionan los cambios en un sistema en respuesta a estímulos climáticos, sin embargo, también presentan variaciones. Éstas están relacionadas a la aplicación y contexto. Algunas se refieren a cambio climático mientras otras a la variabilidad climática; la adaptación podría ser en respuesta a efectos adversos, a vulnerabilidades o a oportunidades. Hay variaciones también en cuanto a quién o qué se adapta, pues podrían ser sectores sociales y económicos, sistemas ecológicos sin o bajo manejo, o bien prácticas, procesos o estructuras de sistemas. La adaptación también puede ser pasiva, reactiva o preventiva (Smit *et ál.*, 2000).

Muchas sociedades, instituciones e individuos han cambiado su comportamiento en respuesta a cambios en el clima dados en el pasado y otras están contemplando adaptarse a las alteraciones

climáticas futuras. Parte de esta adaptación es reactiva, puesto que responde a eventos pasados o actuales, pero también es preventiva porque se basa en las evaluaciones de las condiciones futuras. La adaptación se compone de acciones tomadas por individuos, grupos y gobiernos. Entre los factores que pueden motivar la adaptación están la protección del bienestar económico y el mejoramiento de la seguridad tanto de individuos como de comunidades (Adger *et ál.*, 2005).

Se ha dicho que las poblaciones de países en desarrollo no son víctimas pasivas sino que en el pasado han demostrado una fuerte resiliencia a sequías, inundaciones y otras catástrofes (Adger *et ál.*, 2003). Por otro lado, esta capacidad de responder a catástrofes tiene sus límites, como se pudo observar en Guatemala durante la tormenta Stan. Una forma de buscar opciones de adaptación es tomar el enfoque análogo, que consiste en tomar estudios de caso de respuestas pasadas a variabilidad y extremos climáticos (analogías temporales) o el comportamiento presente en regiones con condiciones climáticas similares a las que se puedan desarrollar en la región de interés (analogías espaciales) (Adger *et ál.*, 2003). Mucha de la adaptación en países en desarrollo va a depender de experiencias pasadas de cómo afrontar los riesgos relacionados al clima. Así, gran parte de la adaptación de los agricultores, pescadores, habitantes de las costas y residentes de grandes metrópolis será autónoma y facilitada por sus propios recursos y capital social (Adger *et ál.*, 2003). El apoyo en conocimientos indígenas y autóctonos para implementar tecnologías de adaptación se ha visto como una forma de aumentar la posibilidad de éxito para lograr que los pueblos indígenas de Guatemala y el mundo se adapten a los efectos del cambio climático (Berger y Azurdia, 2008).

#### 3.1 Agricultura y seguridad alimentaria

Desde los inicios de la agricultura, los campesinos han luchado por adaptarse a las condiciones variables que se presentan año con año para la

producción y comercialización de alimentos. Se habla así de la posibilidad de una adaptación autóctona que los agricultores buscan implementar ante condiciones cada vez más variables de clima. Esta adaptación autóctona es importante y puede ser la base de proyectos de adaptación desarrollados en forma más sistemática. Por otro lado, es importante reconocer que los niveles de variación de temperatura y principalmente precipitación año con año pueden sobrepasar la capacidad de adaptación autóctona de los agricultores que no es más que un ejercicio de prueba y error de modificar las condiciones y tiempos de siembra y cosecha ante un entorno variable. Por esto es muy importante fortalecer la capacidad de adaptación autóctona con programas específicos que provean al agricultor con mejores herramientas que le ayuden a tomar decisiones más informadas. En este sentido, es importante fortalecer los medios de divulgación de información y promover entre los agricultores la atención y respuesta adecuada a avisos de situaciones fuera de lo común.

Una de estas herramientas debe ser definitivamente una mejor habilidad de pronosticar el tiempo a corto (en el rango de días) y mediano plazo (meses o temporada de cultivo). Es importante que las instituciones encargadas, INSIVUMEH y MAGA, puedan acceder a las tecnologías modernas para mejorar las predicciones del tiempo, especialmente en cuanto a eventos extremos, y puedan también socializar esta información de la mejor manera posible. Esto último no es tarea fácil ya que involucra no sólo hacer llegar el mensaje al agricultor, sino lograr que el mensaje sea entendido y que el mismo sea utilizado para tomar las medidas preventivas posibles según sea el caso (véase recuadro 3).

A pesar que los medios de comunicación reportan principalmente los eventos extremos de lluvia o sequía que provocan crisis alimentarias relativamente localizadas en el espacio y el tiempo, son los cambios sutiles de lluvia y temperatura durante períodos clave en el ciclo de vida de los cultivos los que pueden causar mayores problemas en áreas extensas del planeta en el largo plazo.

Desafortunadamente, **la tendencia de las últimas décadas de reducir la variabilidad genética de las especies cultivadas podría reducir la capacidad de los agricultores a adaptarse a esos cambios de clima**, no tan dramáticos para lograr los titulares de prensa, pero muy importantes al momento de cuantificar productividades en los campos de cultivo. La pérdida de variabilidad genética en plantas y animales de valor agropecuario a nivel mundial es alarmante y es fomentada por desarrollos tecnológicos heredados de la revolución verde. Las granjas más mecanizadas son menos capaces de procesar cultivos variables en tamaño y forma; el uso extensivo de plaguicidas reduce en forma intencional o muchas veces no intencional la diversidad biológica de los sistemas agrícolas y los ecosistemas naturales que los rodean; el fomento de cultivos transgénicos empuja a los agricultores a usar una única variedad de cultivo. En México se estima que actualmente existe solamente la quinta parte de las variedades de maíz que se cultivaban en 1930 y casos similares han ocurrido con variedades de trigo en China y de arroz en Filipinas (*World Resources Institute*, 2005).

Mantener una mayor diversidad genética en los cultivos de granos básicos puede proveer al agricultor con las opciones de cultivos necesarias para afrontar un entorno altamente variable en términos de cantidad y temporalidad de lluvia y temperatura, ya que diferentes variedades de un mismo cultivo pueden estar adaptadas a condiciones ligeramente diferentes de temperatura y humedad. Otra opción de adaptación en estas líneas puede ser la rotación de cultivos donde se intercalan en períodos fijos de tiempo cultivos que ayudan a regenerar ciertas condiciones favorables del suelo. **Es importante fomentar el desarrollo de programas de Gobierno encaminados a investigar, recuperar y proteger, mediante bancos de semillas, y hacer accesibles variedades nativas de cultivos como medida preventiva para tener mayores opciones ante un cambio climático que produciría cambios permanentes en las características ambientales de las regiones agrícolas.**

### Recuadro 3

#### Información sobre posibles crisis para el sector agrícola

Una iniciativa para desarrollar un sistema de alerta temprana de crisis alimentarias es el proyecto MFEWS, por sus siglas en inglés, desarrollado con apoyo del Departamento de Agricultura de Estados Unidos en coordinación con el MAGA y el INSIVUMEH. Este proyecto realizó un estudio base de medios de vida en Guatemala, Honduras y Nicaragua en 2005. El énfasis del análisis de los medios de vida de los hogares de áreas rurales estuvo en identificar las variables que regulan el acceso a alimentos en estos hogares. Guatemala se dividió en 16 zonas que fueron caracterizadas por sus niveles de riqueza para luego organizarlas en tres categorías según esa variable.

El proyecto se propone definir las condiciones en que se dan las principales amenazas a la seguridad alimentaria del hogar campesino en un año calendario. Para ello, recopila y analiza una serie de datos climáticos en forma semanal. Paralelamente, monitorea variables socioeconómicas que se consideran importantes, particularmente los precios de maíz, frijol y arroz. Toda la información se analiza para dar una alerta temprana de la posibilidad de un evento de carestía de algún producto alimentario básico o de una posible hambruna en un sector específico del país. Idealmente, esta alerta temprana de un posible problema en este sentido permitirá que las instituciones pertinentes tomen las acciones de respuesta apropiadas para minimizar el impacto de esta situación. La agilidad y eficacia de respuesta de las instituciones responsables nacionales e internacionales puede ser la principal limitante para el éxito de este proyecto. Adicionalmente, se tiene el reto de la sostenibilidad a largo plazo de un proyecto que requiere del monitoreo continuo de una serie de variables a veces difíciles de producir o interpretar. En esta línea, el proyecto ha buscado trabajar muy de cerca con técnicos del MAGA esperando que el mismo se institucionalice dentro de ese ministerio.

**Fuente:** entrevista con personeros del proyecto MFEWS.

El papel de la diversidad de cultivos para ayudar a los agricultores a afrontar una crisis quedó evidenciado en un estudio sobre las estrategias de adaptación de caficultores ante la crisis de precios del café a principios de siglo. Se estudiaron las estrategias de caficultores en México, Guatemala y Honduras y, aunque en ese caso la presión era de tipo económico, fue interesante notar que los caficultores que presentaban mayor diversificación en sus áreas de cultivo fueron los que lograron enfrentar mejor esa crisis (Eakin *et ál.*, 2006). Otros factores que ayudaron a la mejor adaptación de los caficultores incluyeron el pertenecer a una

asociación o cooperativa agrícola y tener acceso a mejores medios de difusión de información. Las mismas estrategias que sirvieron para afrontar la crisis de precios del café pueden ayudar también en la respuesta a crisis de origen climático, ya que en ambos casos el agricultor se enfrenta a un problema de tipo global expresado en variables de las que se tiene poco o ningún control.

Un estudio del MARN (2007c) sobre vulnerabilidad en la producción de granos básicos presenta posibles acciones de adaptación siguiendo las mismas líneas de diversificación y organización de productores.

Entre sus recomendaciones, el estudio menciona que se debe trabajar mejorando la organización de los productores de granos básicos, en particular para adquirir en forma colectiva insumos y servicios. En segundo lugar, se debe promover una comercialización más eficiente reduciendo el número de intermediarios para maximizar las ganancias del productor. También es importante trabajar en el acceso a nueva tecnología para los productores, la introducción de nuevas variedades e híbridos de los cultivos y el acceso a financiamiento, especialmente para afrontar épocas de crisis. Se debe promover un marco legal claro sobre el cultivo y comercialización de los granos y, finalmente, se debe tener un enfoque territorial más amplio para apoyar la producción en las áreas propicias y promover alternativas que mejoren la situación de seguridad alimentaria en regiones menos favorables para el cultivo.

### 3.2 Recursos hídricos

La alteración de la naturaleza de los recursos hídricos ocasionada por el cambio climático tendrá efectos sobre el desarrollo humano. Aunque no se sabe con exactitud los efectos que se verán a nivel local, se espera que haya cambios en la disponibilidad y calidad del agua debido a la modificación del régimen de precipitación y aumento de la evaporación. En general, la adaptación se debe dar en torno a cómo resulten dichos cambios en cada localidad, ya sea aumento o disminución de la cantidad de lluvia anual, modificación en la estacionalidad de la época lluviosa, presencia de eventos extremos y cómo éstos a su vez afecten el estado de los cuerpos de agua.

El ordenamiento de los recursos hídricos es esencial para tomar medidas de adaptación al cambio climático. Entre las acciones prioritarias está la creación de la ley del agua que incluya tanto el agua superficial como la subterránea, así como todos los usos que se hacen de la misma (comunicación personal, Carlos Cobos, 2007). Asimismo, es necesaria la reglamentación de esta ley para hacerla operativa. Hasta ahora, más de 20 intentos de elaborar una ley general de

aguas han fracasado por la oposición del sector agroindustrial, el mayor consumidor de agua, y de algunas comunidades indígenas organizadas en el altiplano occidental, que tienen reglas propias (derecho consuetudinario) para el uso y conservación de los recursos hídricos. La Política y Estrategia de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos del país dan lineamientos para promover la gestión integrada, que incluye la formación de alianzas y el trabajo con organizaciones no gubernamentales y de cooperación internacional (comunicación personal, Elisa Colom, 2007). La construcción de obras de regulación contribuirá a enfrentar el cambio climático, a manera de proveer agua a sitios con estrés hídrico y reducir los efectos por el exceso de agua.

El almacenamiento del agua es una de las medidas de adaptación clave. Del volumen total de agua disponible (97,120 millones de metros cúbicos), se estima que se aprovecha cerca del 10% (SEGEPLAN, 2006b). Dada la variabilidad temporal y espacial del agua en el país, tanto actual como futura, la mejor opción es almacenar agua para la estación seca, que además es cuando la demanda es mayor (comunicación personal, Carlos Cobos, 2007). La capacidad de regulación/almacenamiento de Guatemala es muy baja ya que sólo hay siete embalses cuya capacidad equivale al 1.5% del agua teórica disponible (SEGEPLAN, 2006a). Existe oposición fuerte a los embalses debido a la desinformación provocada por grupos de interés, sin que haya un posicionamiento por parte de las instituciones gubernamentales relacionadas; para embalses pequeños y medianos (que son las dimensiones más factibles en el país) los impactos socio ambientales son mínimos, prevenibles, mitigables y compensables. Los embalses pueden ser multiusos y se pueden usar no sólo para generación hidroeléctrica, sino para riego, abastecimiento de agua a poblaciones y control de crecidas. Otro beneficio de los embalses podría ser la regulación de caudales pico durante la época lluviosa, que mitigaría desastres (comunicación personal, Carlos Cobos, 2007; Elisa Colom, 2007). La promoción de las obras de regulación es una de las medidas propuestas en la estrategia para la gestión integrada de los recursos

hídricos (SEGEPLAN, 2006b). Es necesario que haya una política explícita del Estado sobre la promoción de obras de regulación, y difundida a través del MEM y del MARN, a manera de hacer conciencia en la población sobre la importancia de los embalses.

La construcción y ampliación de los servicios de agua potable y saneamiento a los lugares que aún no cuentan con éstos o donde los servicios son deficientes debería ser una de las prioridades máximas para las autoridades. Esto es esencial puesto que el acceso a agua limpia y saneamiento constituye un derecho humano, y también porque forman parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y sin duda contribuirán a tener una población menos vulnerable al cambio climático. Es importante la promoción y replicación de buenas prácticas en el uso de los recursos naturales para garantizar su sostenibilidad en el mediano y largo plazo (comunicación personal, Ana Lucía Orozco, 2007). El manejo de la demanda del agua domiciliar es una medida de adaptación futura al cambio climático que debe tomarse en cuenta, tanto para en los poblados que ya cuentan con los servicios como para aquellos a donde se amplíen. Las autoridades deberán pensar en estrategias para desincentivar el desperdicio del agua y fomentar su utilización consciente y eficiente, como por ejemplo a través de tarifas especiales (MARN, 2007a). La reutilización del agua también es una acción que debería promoverse ampliamente (comunicación personal, Carlos Cobos, 2007).

La regulación de la urbanización es importante para contrarrestar efectos en los recursos hídricos y el riesgo a desastres. La urbanización de las zonas de recarga hídrica representa una amenaza por la disminución de la misma y porque se contamina el agua. Así también, en eventos fuertes de lluvia las zonas urbanizadas evacuan rápido el agua contribuyendo a crecidas grandes en los ríos. Por lo tanto, la regulación debe ir relacionada a no ocupar áreas prioritarias de recarga, a tratar las aguas residuales y a controlar la descarga del alcantarillado (comunicación personal, Carlos Cobos, 2007).

Es importante abordar el uso del agua en el sector agropecuario para la adaptación al cambio climático. Este sector tiene la mayor demanda de consumo del agua, que se estima en  $3,957 * 10^6$  m<sup>3</sup> al año, de los cuales  $3,668 * 10^6$  m<sup>3</sup> es demanda para riego (SEGEPLAN, 2006a). De acuerdo con los escenarios, el crecimiento del sector agropecuario demandará más agua en el futuro. Para reducir el impacto que esta demanda adicional tendrá sobre los recursos hídricos se deberá implementar medidas que limiten sus efectos negativos. Entre éstas, la utilización de técnicas que utilizan el agua con mayor eficiencia para la aplicación del riego y para aplicación de herbicidas y fertilizantes. Es importante también evaluar la recarga hídrica anual en relación a la cobertura boscosa de las diferentes regiones buscando mejorar estas funciones ecológicas, así como proteger nacimientos de agua que son tan importantes para las comunidades rurales. La utilización de especies que sean resistentes a la sequía también es una medida recomendable (MARN, 2007a).

En cuanto al agua utilizada en la industria y agroindustria, lamentablemente no se tiene información sobre las cantidades que se emplean, aunque se sabe que hay una concentración alta en la capital y en la costa sur. En las condiciones en las que se desarrolla la industria y agroindustria, es deseable la aplicación de técnicas que ahorren agua para evitar el incremento de la demanda de agua y para evitar el agotamiento del agua subterránea. La reducción de la demanda industrial tendría un efecto positivo sobre la cantidad de agua disponible y sobre la distribución del recurso. Además, la implementación del Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 del MARN), en efecto desde 2007, mejorará la calidad del agua al reducirse gradualmente las descargas contaminantes provenientes de la industria y agroindustria. Es recomendable el seguimiento del cumplimiento de este reglamento (MARN, 2007a) lo que dependerá de que haya mecanismos viables para ponerlo en marcha incluyendo el fortalecimiento del recurso humano a cargo en el MARN.

La generación de energía hidroeléctrica tiene una importancia particular en el tema de cambio climático. A pesar de ser la actividad que utiliza la mayor cantidad de agua (4,454\* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> por año), ésta no es consumida ni contaminada con materiales externos. En los últimos 15 años la energía hidroeléctrica ha pasado de representar el 92% al 40% de la generación de energía eléctrica del país (véase gráfica 1). Las plantas hidroeléctricas de operación diaria limitan el uso del agua río abajo de la hidroeléctrica, lo cual puede generar molestias en las comunidades afectadas por la falta temporal de agua para sus labores agrícolas y domésticas. Por lo tanto, debe promoverse el uso de agua para generación hidroeléctrica asegurando que se respete a otros usuarios del agua mediante la construcción y operación de embalses de regulación de aguas debajo de la descarga del caudal turbinado. En este sentido, las pequeñas hidroeléctricas como la Microhidroeléctrica Chelense, son ejemplos positivos de generadores que no causan deterioro ambiental considerable como las grandes hidroeléctricas y abren oportunidades de manejo directo y generación de riqueza por y en las mismas comunidades (comunicación personal, Mónica Berger, 2009).

Hay otros usos del agua que se deben tomar en cuenta al pensar en la adaptación al cambio climático. Debido a que el turismo y el comercio son sectores en crecimiento, es muy importante promover prácticas de ahorro de agua y una conciencia social en esas empresas para que se comparta ese vital recurso de forma justa con las comunidades locales. La minería es relevante puesto que afecta los recursos hídricos a través de la modificación de la morfología y drenaje de la cuenca, la forma de extracción de minerales y el tratamiento y disposición del agua utilizada en los procesos. Aunque en la actualidad la minería no es un usuario grande de agua se debe regular y monitorear por los posibles efectos en el agua utilizada por las comunidades vecinas y porque podría ser un consumidor mayor de agua en el futuro. Por último, el establecimiento de caudales ecológicos que deben ser liberados en las obras de regulación puede evitar la extinción de especies

al mantener agua permanentemente en los ecosistemas acuáticos (MARN, 2007a).

La información sobre los recursos hídricos es otro elemento que puede contribuir a la adaptación al cambio climático. Conocer la demanda de agua por medio de un registro de usuarios del agua es fundamental y podría ayudar a ordenar el recurso. La información sobre la oferta de agua en el país también debe reforzarse, si bien se cuenta con estimaciones y registros de datos, es importante mejorarlos constantemente a manera de calcular balances hídricos mensuales. En este sentido, una reingeniería del INSIVUMEH podría ser útil, dándole carácter autónomo y formando una Junta Directiva con representación del gobierno y de la sociedad civil. Se podría así tener acceso a fuentes externas de financiamiento (comunicación personal, Carlos Cobos, 2007).

El potencial de los recursos hídricos en cuencas transfronterizas para el desarrollo de ciertas regiones del país y para la adaptabilidad al cambio climático, es un tema crítico ya que debe consensuarse con los países vecinos. Se ha iniciado también un proceso de reingeniería de la Dirección de Límites y Aguas del Ministerio de Relaciones Exteriores, para fortalecerla a manera de maximizar el aprovechamiento de un recurso compartido.

### 3.3 Gestión de riesgo a desastres

Aunque el desplazamiento de los promedios en las condiciones climáticas puede tener consecuencias serias en sí mismo, los impactos principales del cambio climático global serán a causa de los cambios en la variabilidad y extremos climáticos (van Aalst, 2006). A finales de 2005, la Organización Meteorológica Mundial reportó que ese año se rompieron decenas de marcas climáticas en todo el mundo. A excepción de 1996, el resto de años de la última década están entre los diez años más cálidos desde 1850 (Helmer, 2006).

Los desastres de origen hidrometeorológico que afectan al país están caracterizados por los

extremos de escasez y exceso de agua, que se relacionan a sequías, deslizamientos e inundaciones (MARN, 2007a). Aunque aún hay discusión al respecto, ya existe cierta evidencia (Aguilar *et ál.*, 2005) y se espera que en el futuro en Guatemala los eventos extremos se repitan con mayor frecuencia e intensidad lo que resalta la importancia de evaluar las medidas para la prevención de sus efectos negativos (MARN, 2007a).

La reducción del riesgo de desastres es un aspecto preponderante de la adaptación al cambio climático. En casi todos los casos, éste es solamente un factor adicional a considerar, que puede incluirse en estrategias de reducción de riesgo existentes (van Aalst, 2006). La vulnerabilidad es un concepto clave para conectar la comprensión y la respuesta a los riesgos relacionados al cambio climático y el impacto de los desastres. Así como el desarrollo socioeconómico y la construcción de instituciones

son formas importantes de reducir mucha de la vulnerabilidad asociada con los desastres, éstos afectan la habilidad de las sociedades para alcanzar el desarrollo (Helmer, 2006). Las poblaciones pobres son más vulnerables a los efectos del cambio climático, debido a que carecen de medidas y recursos para poder prepararse y recuperarse de los desastres.

Las organizaciones que trabajan en reducción de riesgo de desastres y en desarrollo necesitan establecer nexos con nuevos cooperantes tales como las oficinas nacionales de meteorología o los centros globales de investigación del clima. Algunos métodos y herramientas para la evaluación del riesgo de desastres pueden requerir ajustes para abordar de mejor manera las tendencias de las amenazas. Las proyecciones bastante confiables en el futuro pueden mejorar las decisiones de planificación (van Aalst, 2006).

#### Recuadro 4

##### **Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental (PREVDA)**

Es un proyecto que se está llevando a cabo en Centroamérica y que podría contribuir a la adaptación al cambio climático por medio de *'contener la degradación ambiental en sus efectos sobre el ciclo del agua, a corto y largo plazo, desde la óptica de la gestión de riesgos'*. Está siendo ejecutado por el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) y la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) con financiamiento de la Comisión Europea. El plan operativo global del PREVDA indica que existe una nueva visión de los desastres naturales como producto del debate sobre las causas del huracán Mitch. En ella, se menciona el cambio climático como un aspecto ambiental global que ha cobrado importancia en el marco del enfoque de vulnerabilidad (PREVDA, 2006).

La modernización de sistemas de información y evaluación sobre desastres, recursos hídricos y cambio climático dentro de PREVDA traerá diversos beneficios. Entre ellos, apoyará el desarrollo de un índice regional de vulnerabilidad compuesto de indicadores ambientales, socioeconómicos, de riego y desastres y de Gestión Integrada de Recurso Hídrico (GIRH), con base en indicadores existentes en las instituciones (PREVDA, 2006). Ésta es una de las actividades principales del proyecto y se compone de diez subactividades que tendrán incidencia directa en la adaptación al cambio climático. Su beneficio dependerá en gran medida de que se usen como herramientas para planificación y toma de decisiones por los gobiernos centrales y locales.

Las acciones identificadas para prevenir el efecto de las crecidas y las inundaciones pueden agruparse de acuerdo al momento en el que se aplican en: prevención, alerta y alivio. En cuanto a prevención, que generalmente es la medida menos costosa, la planificación para el ordenamiento y regulación de asentamientos humanos y, en general, el ordenamiento territorial es un tema muy importante para la seguridad de la vida y los bienes de la población. Su implementación debe ser acompañada por una serie de estudios técnicos sobre los eventos que provocan las crecidas e inundaciones, que incluyen estudios meteorológicos, hidrológicos, topográficos, hidráulicos, así como investigaciones sobre el uso del suelo, que permita la planificación adecuada de la localización de los asentamientos humanos. Así también, se requiere planificación para la prevención de impacto a la infraestructura hídrica (sistemas de agua y saneamiento), carreteras y puentes, entre otros (MARN, 2007a).

Las medidas estructurales para la prevención de inundaciones no se han aplicado prácticamente en el país. En este tema se ha emprendido la construcción de bordas en las orillas de algunos ríos para prevenir las inundaciones; sin embargo, estas obras no siempre tienen los estudios técnicos que las sustentan, por lo que en algunos casos agudizan los problemas aguas abajo del sitio en el que se encuentran las bordas, al incrementar los caudales de crecida. En otros casos, las obras de infraestructura como puentes, especialmente los más antiguos con diseños anticuados, representan peligro para las poblaciones donde se encuentran, por lo que se recomienda estudiar la remoción de este tipo de estructuras localizadas en algunas poblaciones; estudios especializados deberían orientar esta toma de decisiones. El dragado de ríos es una medida que puede dar resultados positivos para la prevención de daños por inundaciones. Sin embargo, debe considerarse que el efecto de esta medida es limitado debido a su costo y el alto contenido de sedimentos de los ríos que normalmente superan la capacidad de remoción de la maquinaria o los fondos disponibles para operación. La aplicación de esta medida debe ser

analizada en cada caso detenidamente para evitar el desperdicio de recursos (MARN, 2007a). La prevención de desastres relacionados a derrumbes y deslaves requiere de una mejor comprensión de dichos fenómenos. El uso y cobertura de la tierra sí se considera como uno de los factores principales en la incidencia de deslaves (Lorente *et ál.*, 2002; Catani *et ál.*, 2005; Larsen y Torres-Sánchez 1998; Olson y Sarmiento 1995) pero no implica que la cobertura boscosa los prevenga totalmente, especialmente durante eventos extremos de lluvia. Entre algunos ejemplos en donde se dieron deslaves en áreas con cobertura forestal densa están la catástrofe del estado Vargas de Venezuela en 1999 (Andressen y Pulwarty, 1999) y en Panabaj, Guatemala, durante la tormenta Stan en 2005 (Connors *et ál.*, 2006; CONRED, 2006; Guerra, 2006). En algunos casos, la única medida efectiva para evitar desastres es la reubicación de familias y edificios clave como escuelas y centros de salud. La estabilización de laderas y trabajos de desprendimiento controlado de laderas es una actividad que tendrá beneficio para la prevención de daños en casos de lluvias intensas. Sin embargo, requiere de estudios detallados sobre la geomorfología de las cuencas que no están disponibles. Se debe hacer énfasis en la estabilización de taludes en las carreteras en las áreas donde los derrumbes son más frecuentes cuando se presentan lluvias copiosas (MARN, 2007a).

El desarrollo de sistemas de alerta temprana (SAT) es una medida que se aplica cuando ocurre un evento, pero cuyos elementos deben ser desarrollados con anticipación y estar basados en un conocimiento sólido de la dinámica de los eventos. Una transmisión eficiente de la información y una organización comunitaria que reaccione en forma adecuada a los efectos del evento también deben estar cuidadosamente planificadas. La preparación de cuerpos eficientes de socorro, utilización de instrumentos de evaluación rápida y la estandarización de instrumentos de cuantificación de daños; así como el desarrollo de guías de nutrición y alimentación para situaciones de emergencia son acciones que

deben emprenderse en la etapa de planificación y estar disponibles cuando sucedan los eventos que provocan desastres (MARN, 2007a). Estos idealmente deberían ser llevados a cabo a distintos niveles; la CONRED podría dar los lineamientos y crear los instrumentos, pero la organización y las acciones tendrían que ser locales, con participación de distintos actores. Las alertas comprenden la identificación y monitoreo de eventos (posición, magnitud y trayectoria posible). En Guatemala se han implementado sistemas de alerta temprana que necesitan ser evaluados en forma crítica para hacerlos operativos y para que llenen su función (MARN, 2007a).

En la etapa posterior a la ocurrencia de un desastre, las medidas planificadas deben ser puestas en

ejecución. También se recomiendan medidas adicionales como promover la consideración de la gestión de riesgo, el ordenamiento territorial y las condiciones del entorno natural y social en los procesos de reconstrucción (no volver a construir el riesgo); deposición en un lugar adecuado del material desprendido de los taludes y laderas en partes de la cuenca sujetas a derrumbes. Esto es especialmente importante en el caso de derrumbes en las carreteras, cuyo material es depositado normalmente al lado de las carreteras provocando el taponamiento de los drenajes de la misma. Además de otras acciones relevantes (véase cuadro 3), es oportuno destacar la divulgación e implementación de una guía de nutrición y alimentación para situaciones de emergencia (MARN, 2007a).

**Cuadro 3**  
**Medidas de adaptación de cambio climático en el tema de riesgo de desastres**

<b>Fase de prevención</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar la política para la preparación de desastres adoptada por la Cruz Roja y Media Luna Roja.</li> <li>• Desarrollar el marco estratégico para la reducción de la vulnerabilidad y desastres en Centroamérica.</li> <li>• Adoptar la propuesta para un concepto de trabajo sobre gestión local de riesgo en Centroamérica de GTZ/FEMID.</li> <li>• Actualizar y desarrollar nuevos trabajos de estimación de amenazas inducidas por fenómenos hidrometeorológicos.</li> <li>• Fortalecer el cumplimiento de la normativa de incluir la gestión de riesgo en el desarrollo de inversión pública y estandarizar la regulación hacia la inversión privada.</li> <li>• Promover los esquemas de apoyo para la conservación de bosques preferiblemente vía el desarrollo del mercado de servicios ambientales.</li> </ul>
<b>Fase de emergencia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con cuerpos de socorro y respuesta inmediata equipados y capacitados.</li> <li>• Actualizar los instrumentos de evaluación rápida de la situación de emergencia y las necesidades provocadas.</li> </ul>
<b>Fase de rehabilitación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarizar los procesos de cuantificación de daños e información de los impactos asociados a las inundaciones.</li> <li>• Promover la consideración de la gestión del riesgo, el ordenamiento territorial y las condiciones del entorno natural así como social en los procesos de reconstrucción.</li> <li>• Promover la participación ciudadana en procesos de evaluación de las causas y toma de decisiones para la prevención de los efectos asociados a las inundaciones.</li> </ul>

Fuente: MARN, 2007a

La gestión de riesgo se debe realizar a nivel local. A pesar de que la CONRED y las instituciones precedentes fueron altamente centralizadas, ha sido positivo que ya se esté tratando de atender de forma descentralizada, aunque sólo se ha logrado llegar al nivel departamental. El fortalecimiento del poder local es clave para lograr cambios significativos (entrevista a Hugo Hernández, 2007). A pesar de que varias personas e instituciones reconocen el avance alcanzado por la CONRED en gestión de riesgo, se ha mencionado que sus limitaciones se deben a la falta de voluntad política y/o carencia de coordinación por parte del gobierno central (Guerra, 2006). Los gobiernos municipales deben jugar un papel fundamental tomando el ordenamiento territorial local como base, lo cual traerá beneficios no sólo en cuestión de reducción de desastres sino para el desarrollo en general (entrevista a Julio Martínez, 2007).

Los desastres y el desarrollo tienen efectos entre sí. Así como el modelo de desarrollo de un país determina el nivel de riesgo nacional y las diferencias entre localidades, los desastres pueden retroceder el proceso de desarrollo (Villagrán, 2002). Gran parte de los recursos

que se emplean en la reconstrucción después de un desastre, que muchas veces son insuficientes, podrían utilizarse en, por ejemplo, ampliar la red hospitalaria o de escuelas. Esto es así especialmente si la dimensión del impacto es grande y si afecta elementos clave (por ejemplo: sistemas de agua para provisión domiciliar). La gestión del riesgo de desastres tiene que ir íntimamente ligada a los procesos de desarrollo y dentro de esto se necesita ordenamiento territorial, ordenamiento de los recursos hídricos y el combate contra la pobreza (entrevista a Hugo Hernández, 2007).

La reducción significativa y real del riesgo de desastres presente y futuro es un reto inmenso puesto que implica hacer cambios estructurales en el país. Como indican Wisner *et ál.* (2004:107; traducción libre): “... *hay a menudo renuencia a lidiar con [los desastres] porque cambiarlos usualmente implica alterar la forma en que opera el poder en una sociedad*”. En concordancia con lo anterior, se ha mencionado que a esto se deben las limitaciones en el alcance de los procesos de reconstrucción después de desastres como lo ocurrido durante el huracán Mitch (Gamarra, 2003).

## 4. Políticas nacionales relevantes al tema

---

Existe ya en el país un marco amplio de políticas que definen objetivos y acciones estratégicas relevantes a posibles procesos de adaptación de la población a los efectos del cambio climático. Llama la atención que en prácticamente ninguno de estos documentos de política se menciona expresamente el problema de cambio climático como uno de los motivos para desarrollar dichas acciones. Esto es evidencia que la problemática derivada del cambio climático no ha logrado llegar a instancias gubernamentales fuera del ámbito ambiental. A pesar de que el aparato gubernamental, aunque sea de forma no deliberada, está tomando acciones que pueden ayudar a la población a adaptarse al cambio climático, mientras no se reconozca la naturaleza multisectorial de este problema ambiental, se corre el riesgo de tener acciones aisladas y poco coordinadas, situación que puede reducir el impacto de las mismas. Adicionalmente, es crucial que las estrategias planteadas en estas políticas se traduzcan en acciones y resultados concretos a corto plazo. El Gobierno actual ha buscado revertir esta tendencia del pasado particularmente a través del MARN que ha definido el tema de cambio climático como el prioritario de su administración. Desde principios de 2008, se inició el proceso de elaboración de la política nacional de cambio climático buscando la identificación y puesta en marcha de principios, enunciado y objetivos orientados a disminuir la vulnerabilidad del país a los eventos extremos; a fortalecer la capacidad de adaptación mediante la reducción de la pobreza; y a aprovechar los bienes y servicios naturales de forma que se reduzcan las emisiones de GEI del país.

Independientemente del proceso iniciado por el MARN en cuanto a una política nacional de cambio climático, se tienen otros documentos de políticas que han sido publicados por gobiernos pasados y que presentan elementos relevantes al tema de cambio climático. A continuación, se

describen brevemente cuatro de estas políticas nacionales ya publicadas enfatizando los aspectos relevantes al cambio climático. También se discuten tres políticas que sería deseable tener para fortalecer la capacidad del país de afrontar esta amenaza global, sobre cambio climático, desastres y recursos hídricos.

### 4.1 La Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales

Esta política fue publicada por el MARN en marzo de 2007 para orientar el trabajo del Gobierno, la sociedad civil, la empresa privada y la comunidad internacional en la temática ambiental para los próximos 20 años. En ninguna parte de la política se menciona expresamente el cambio climático o sus efectos en el ambiente y no hay líneas estratégicas expresas para abordar ese tema. Sí hay varias líneas que son relevantes al tema de cambio climático. La primera línea estratégica de esta política, por ejemplo, se refiere al uso y manejo sostenible de los recursos naturales y la primera línea de acción mencionada es fomentar la generación de energía renovable en coordinación con el MEM. Una segunda línea de acción alude al manejo integral del recurso hídrico a nivel de cuencas hidrográficas. Este manejo integral debe incluir planes, valoración económica, indicadores de calidad y la implementación de instancias, instrumentos y normas que regulen el aprovechamiento del agua. Una última línea relevante es la promoción del ordenamiento para el desarrollo sostenible del territorio.

### 4.2 Los Lineamientos de Política Energética 2008-2015

Esta política fue publicada en octubre de 2007 por el MEM con el objetivo de: “*dar líneas generales de trabajo que orienten un adecuado y mejor*

*funcionamiento del sector energético nacional*". La política no tiene ninguna línea específica sobre el tema de cambio climático y en todo el documento nunca se menciona nada relacionado con este problema global. De las seis líneas estratégicas incluidas, tres son relevantes al tema de cambio climático. La línea 2 se refiere a diversificar la matriz energética del país priorizando las energías renovables; menciona específicamente las energías hidráulica, geotérmica, eólica, solar y los biocombustibles. La única razón dada para fomentar esta diversificación es la previsible alza en el precio del petróleo.

La línea 4 menciona promover el desarrollo sostenible y sustentable a partir de los recursos renovables y no renovables del país. Para ello señala buscar una coordinación con MARN, SEGEPLAN y entidades académicas y de investigación que permita establecer un sistema de ordenamiento del territorio nacional para el desarrollo de actividades relacionadas con proyectos del sector energético. Esta línea parece buscar la reducción de los conflictos sociales al momento de desarrollar proyectos con cierto impacto ambiental y social como hidroeléctricas y geotérmicas.

Finalmente, la línea 5 se refiere a incrementar la eficiencia energética buscando acciones concretas como la aprobación de una ley que obligue el uso de etanol como aditivo a la gasolina y desarrollar una estrategia nacional de biocombustibles para 2008. Otras acciones estarían encaminadas a mejorar el flujo de vehículos en áreas urbanas; fomentar el uso de bombillas más eficientes en iluminación pública y privada; reducir el consumo energético en la industria (aunque no se especifica cómo hacerlo); fomentar el uso de aparatos electrodomésticos más eficientes; fomentar el ahorro y uso eficiente de energía en los hogares; institucionalizar el cambio de hora para el verano (esta medida fue suspendida para Guatemala en 2008 aduciendo razones de seguridad, especialmente para escolares que inician actividades muy temprano); y promover el uso de desperdicios orgánicos como combustibles.

### 4.3 Política forestal

La Ley Forestal de Guatemala no hace mención del cambio climático en ninguna forma. Sin embargo, el objeto de la ley tiene implicaciones significativas para la mitigación del cambio climático. Por una parte, se declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, que contribuirán por una parte a que no se emita el carbono contenido en los bosques y, por otra, a que se fije el carbono. La ley sienta las bases para perseguir las metas planteadas: la creación del órgano de dirección, el fomento de la forestación, reforestación e industrias forestales (con incentivos), así como las disposiciones y reglamentos para el ordenamiento del recurso. Todo conforma un elemento clave, que junto a la política forestal se vuelve prometedor.

Se cuenta también con la Agenda Nacional Forestal de Guatemala para 2003-2012 aprobada por el INAB en el marco del Programa Forestal Nacional de Guatemala. Entre los puntos de acción definidos, se menciona en primer lugar la conservación y protección del bosque especialmente dentro de las áreas protegidas que conforman el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) y para lograr esto se mencionan siete acciones estratégicas cada una con una serie de actividades. Una segunda área sustantiva relevante se refiere a los servicios ambientales donde se habla de fomentar los mecanismos para la compensación económica por captación de carbono. Cabe mencionar que el sector forestal ha sido bastante proactivo en mejorar la capacidad del país para acceder a los mercados internacionales de carbono, a pesar de que no se ha logrado concretar ningún proyecto en estas líneas bajo el Protocolo de Kyoto.

### 4.4 La Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional

Fue publicada por la Presidencia de la República en septiembre de 2005 para dar los lineamientos que mejoren las condiciones de inseguridad alimentaria y nutricional especialmente en la

población indígena en áreas rurales y en grupos urbano-marginales. Esta política, en su primer eje programático sobre disponibilidad de alimentos, menciona como una de las acciones: monitorear el tipo, existencia y calidad de alimentos básicos en las comunidades para prevenir y atender contingencias y eventos climáticos. Un segundo eje programático se enfoca en crear un sistema de información, monitoreo y alerta de la inseguridad alimentaria y nutricional que llegue hasta el ámbito comunitario.

Junto con esta política nacional, se creó una serie de instancias para fortalecer la institucionalidad en el tema. Se tiene como ente rector al Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional CONASAN, presidido por el Vicepresidente del país y con la participación de ocho ministros o sus representantes y miembros de la sociedad civil. Se creó también la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN), como el ente ejecutor de las directrices emanadas en la política y el CONASAN. Finalmente, se desarrolló un Plan estratégico de seguridad alimentaria y nutricional para el período 2007-2016 que incluye objetivos para mejorar la disponibilidad y acceso a alimentos básicos para las poblaciones en riesgo.

#### 4.5 Hacia una política nacional al cambio climático

Se abrió la discusión de los lineamientos de esta política bajo el liderazgo del Ministro de Ambiente y Recursos Naturales, Dr. Luis Ferraté, desde los inicios de su gestión a principios de 2008. En marzo de 2009, finalmente se distribuye un borrador para la discusión y retroalimentación de sectores interesados tanto gubernamentales como no gubernamentales.

El documento en discusión reconoce que *“el cambio climático representa impactos socioambientales y financieros, y por lo tanto es necesario que todos los sectores del país asuman con responsabilidad su papel, para disminuir controles y compensar los impactos negativos al ambiente, en los bienes y*

*servicios naturales (recursos naturales) y que aporten efectivamente en la definición e implementación de las acciones concretas que se prioricen”* (MARN, 2009).

Esta propuesta se desarrolla sobre los principios siguientes: holístico, de sostenibilidad, perfectibilidad, interculturalidad, valoración y respeto, solidaridad, deuda ecológica, justicia ambiental, derechos naturales, responsabilidad, sencillez, equidad social y equidad de género. Los objetivos específicos son: 1) reducir la vulnerabilidad del país a la variabilidad climática y al cambio climático; 2) fortalecer la capacidad nacional de adaptación al cambio climático; y 3) poner en valor comercial y competitivo nuestros recursos naturales, tanto energéticos como forestales, para contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (MARN, 2009).

Propone coordinar las acciones del MARN con las de los Ministerios de Educación, Salud, y Agricultura los que a su vez deben coordinar con los Consejos de Desarrollo, ONG, sector privado e instituciones educativas. Asimismo, la creación de programas nacionales de adaptación, reducción de emisiones y educación, y divulgación aunque no entra en detalle de cómo funcionarían dichas iniciativas.

Falta ver si esta propuesta tiene el peso político adecuado para que gane la aceptación de otros sectores gubernamentales fuera del ámbito ambiental, tanto en el Organismo Ejecutivo como en los Organismos Legislativo y Judicial y en los gobiernos locales municipales.

#### 4.6 Necesidad de una política de manejo de desastres

Aunque no se materializó una política específica en materia de reducción de desastres durante la administración 2004-2008 (comunicación personal Hugo, Hernández, 2007), el tema se ha tomado en cuenta en otras políticas y programas. Entre

las más relevantes están: la Política de Desarrollo Social y Población, aprobada por el Gobierno de Guatemala en 2002; el Marco Estratégico para la Reducción de la Vulnerabilidad y los Desastres en Centroamérica; el Plan Regional de Reducción de Desastres 2006-2015; y el Plan Nacional de Reconstrucción con Transformación. Con base en la Política de Desarrollo Social y Población, se elaboró el Programa Nacional de Gestión para la Reducción de Riesgo a Desastres en los Procesos de Desarrollo a través del trabajo de SEGEPLAN, SECONRED y el PNUD. Éste está *“orientado a articular los esfuerzos institucionales y del sector privado, en la búsqueda del desarrollo sostenible, mediante iniciativas que incorporen la gestión para la reducción de riesgo a desastres en la planificación del desarrollo”* (SEGEPLAN, 2007). Los cinco subprogramas planteados constituyen una agenda de trabajo bastante prometedora cuyo éxito dependerá de la voluntad política y atención que le preste la administración 2008-2011, ya que el programa fue publicado a finales de 2007.

Sería útil contar con una política para la gestión de riesgo a desastres. Sin embargo, las acciones que tendrían un impacto significativo en la reducción

de desastres están íntimamente relacionadas al proceso de desarrollo, lo cual es reconocido en la Ley de Desarrollo Social (Decreto 42-2001). Como se mencionó antes, el ordenamiento territorial y el combate a la pobreza son esenciales y no solamente para reducir los desastres.

#### 4.7 Necesidad de una política de manejo de recursos hídricos

Guatemala cuenta con políticas públicas y gubernamentales, globales, transversales, sectoriales e institucionales, las cuales abordan ciertos aspectos relacionados con el agua sin que constituyan una política pública de los recursos hídricos (SEGEPLAN, 2006a). Existen al menos 10 documentos de política que abordan el tema del agua (véase cuadro 4), aunque ninguno hace provisiones concretas en cuanto a la administración del mismo. La propuesta de política nacional de gestión integrada de los recursos hídricos y la estrategia nacional de gestión integrada de los recursos hídricos elaborada en 2006 por la SEGEPLAN no fue aprobada por el gobierno de la administración 2004-2007 (comunicación personal, Elisa Colom, 2007).

**Cuadro 4**  
**Documentos de política relacionados con los recursos hídricos**

Acuerdos de Paz
Vamos Guatemala, Programa de Gobierno 2004-2007
Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional
Política de Desarrollo Social y Población
II Informe de avance del cumplimiento de las Metas del Milenio de Guatemala (2006)
Política de Desarrollo Rural
Estrategia Regional de Desarrollo Urbano (ERDU)
Agenda Nacional de Competitividad 2005-2015
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente
Política de Descentralización

Fuente: SEGEPLAN, 2006a

## 5. Consideraciones finales

---

**La evidencia presentada en el presente documento muestra que el cambio climático es un problema real con efectos ya evidentes para los guatemaltecos.** A pesar de que nuestras acciones no contribuyen significativamente a causar el problema, sí tenemos la capacidad de tomar medidas que ayuden a reducir el problema y sobre todo a prepararnos para afrontar los posibles efectos negativos. Iniciar estas acciones cuanto antes es fundamental para que en un futuro cercano nuestra capacidad de respuesta sea la mejor posible. Las actividades para protección de bosques y reforestación; manejo integrado de cuencas; aumentar la disponibilidad de alimentos; manejo adecuado de desechos; y desarrollo de infraestructura preventiva de desastres, no sólo mejorarán la capacidad de afrontar el problema climático, sino que mejorarán nuestra calidad de vida en general e incluso nos pueden proveer de ventajas económicas adicionales.

Aunque el tema de cambio climático se ha estado discutiendo en el país por más de diez años, no ha sido sino hasta en los últimos dos años que los medios de comunicación han tomado el tema y han logrado que la población en general se entere más de la situación. Aun así, falta mucho para que la población esté no sólo enterada sino convencida que es necesario tomar acciones concretas. Esto también aplica para el aparato gubernamental que ha reconocido el problema, pero no ha logrado tener influencia en las acciones de las diferentes instancias gubernamentales fuera de las instituciones propiamente designadas para trabajar con temas ambientales. Tal vez la localización de la capital del país como centro de toma de decisiones en un lugar climáticamente privilegiado hace que sea menos evidente la urgencia de prepararnos mejor para afrontar los eventos extremos de lluvia y sequía que cada vez azotan más las regiones occidental y oriental del país. La nueva iniciativa del MARN en cuanto a la

promulgación de una política nacional de cambio climático, con el apoyo político al más alto nivel, puede revertir esta tendencia y armonizar mejor las acciones del Gobierno para que sus diferentes unidades administrativas tomen en consideración los posibles efectos de un cambio climático, al momento de ejecutar las acciones propias de su institución.

Es importante resaltar que el liderazgo del Gobierno en este tema no se limita a las acciones del Organismo Ejecutivo. Los Organismos Legislativo y Judicial tienen sus propios ámbitos y competencias donde pueden tener acciones decisivas que ayuden al país a afrontar este problema especialmente en cuanto a sancionar y respaldar leyes que ordenen las áreas de la actividad humana, que se puedan ver más directamente afectadas por este problema de dimensiones globales, tales como salud, infraestructura, producción agrícola y protección de recursos naturales. Esta labor a nivel nacional debe tener un paralelo a nivel local tanto con los gobiernos municipales como con los Consejos de Desarrollo que deben promover acciones de adaptación y mitigación a nivel de comunidades e individuos. Es clave también la participación de los sectores civiles, particularmente el sector privado productivo, las ONG y los sectores académicos.

Es necesario que todos nos preparemos para afrontar los eventos climáticos extremos. Estos no son, necesariamente, eventos de extinción a gran escala, ni huracanes y tormentas tropicales. La experiencia de los últimos años nos ha mostrado que una lluvia torrencial de unas horas o un fuerte ventarrón son suficientes para causar múltiples desastres que incluyen pérdidas de vidas humanas y destrucción de viviendas e infraestructura. **Debemos reconocer que nuestra vulnerabilidad como país pobre es alta en muchas regiones y aspectos de la vida nacional.**

Las acciones de prevención y adaptación deben ser organizadas a nivel nacional contando con el liderazgo del Gobierno y con la participación de todos los sectores del país. Las acciones concretas deben ser implementadas a nivel local y comunitario: planificación y ordenamiento territorial adecuados; sistemas de alerta temprana; disponibilidad de provisiones para casos de emergencia y construcción de infraestructura preventiva, entre otras. Todo esto necesita de un financiamiento adecuado, por lo que el Gobierno debe mostrar su disposición de actuar designando fondos específicos para avanzar en estos procesos de adaptación. Se debe también continuar con las negociaciones internacionales para lograr que los países desarrollados, principales causantes del problema, aporten fondos sustanciales para que países como el nuestro puedan enfrentar mejor estas crisis. La crisis financiera global ha mostrado que sí es posible movilizar los fondos necesarios para enfrentar un problema cuando existe la voluntad política. Es importante presionar para que no se tome esa crisis financiera como una excusa para reducir el apoyo a los procesos de adaptación que son tan necesarios.

La coordinación del Gobierno debe ser a nivel ministerial. Es importante que se reconozca el problema como uno de seguridad nacional y que deje de verse como un problema que atañe únicamente al sector ambiental. Se deben activar las instancias ya establecidas para mejorar la coordinación interministerial, particularmente el Consejo Nacional de Cambio Climático que ha dejado de funcionar en los últimos años. Es importante que las estrategias planteadas en las políticas de Estado existentes se traduzcan en acciones concretas. Políticas sobre protección de bosques, reducción de desnutrición, manejo integrado de cuencas y ordenamiento territorial deben traducirse en leyes que sean realmente aplicadas para todos los sectores del país.

Es fundamental mejorar el nivel de educación de la población, no sólo sobre la problemática de clima, sino en general. Una población más educada estará siempre mejor preparada para

afrontar crisis de cualquier tipo. Es importante invertir más en educación ya que es un camino seguro para salir del subdesarrollo que aumenta la vulnerabilidad ante cualquier fenómeno extremo. Todos tenemos que educarnos para tener estilos de vida más sustentables, recordando que todas nuestras acciones como humanos tienen un impacto en nuestro entorno y hacia nuestra sociedad. Debemos así, proponernos minimizar ese impacto o “huella ecológica” escogiendo usar nuestros recursos de una forma más eficiente e inteligente.

Ante todo, el problema de cambio climático, como otros de naturaleza ambiental, se debería afrontar con un sentimiento de solidaridad y apoyo al más vulnerable. Esta solidaridad debe traducirse no sólo en ayudar al necesitado en momentos de crisis sino en promover un desarrollo humano más equitativo, con mejor educación, salud y oportunidades económicas para la población en general. Es importante buscar el desarrollo económico del país con más generación de empleos e inversiones, pero con una visión más integral contraponiendo a los ingresos monetarios, los costos sociales y ambientales que frecuentemente han sido ignorados en el pasado con las consecuencias que ahora sufrimos. La solidaridad con los más vulnerables no sólo incluye a los más pobres de la época actual; también incluye a los que todavía no pueden pedir por sus propios derechos porque todavía no han nacido. Es importante recordar que son las generaciones futuras las que afrontarán las mayores consecuencias de las acciones o falta de acciones que nosotros asumamos hoy frente a este problema global.

Como ciudadanos del mundo debemos afrontar este reto global participando como país en las diferentes instancias, discusiones y acuerdos internacionales y trabajando como individuos en revisar nuestros estilos de vida y nuestro concepto de desarrollo. Necesitamos ser creativos en buscar formas de crecimiento económico y social para todos los guatemaltecos sin que esto implique comprometer nuestro entorno ambiental actual y futuro.

## Abreviaturas, acrónimos y siglas

CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCS	<i>Carbon Capture and Storage</i> (Tecnologías de Captura y Almacenamiento de Carbono)
CEPREDENAC	Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central
CER	Certificados de Emisiones Reducidas
CH <sub>4</sub>	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
COP	<i>Conference of the Parties</i> (Conferencia de las Partes)
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano
CRRH	Comité Regional de Recursos Hidráulicos
GEI	Gases de efecto invernadero
Gg	Gigagramos equivalente a 1,000 toneladas
INAB	Instituto Nacional de Bosques de Guatemala
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Panel Intergubernamental de Cambio Climático)
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MFEWS	<i>Mesoamerican Food Security Early Warning System</i> (Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria)
MINECO	Ministerio de Economía
N <sub>2</sub> O	Oxido nitroso
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
REDD	<i>Reducing Emissions from Degradation and Deforestation</i> (Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación)
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Convención Marco del Cambio Climático de las Naciones Unidas)
URL	Universidad Rafael Landívar de Guatemala
UVG	Universidad del Valle de Guatemala

## Referencias bibliográficas

---

- Adger, Neil, Nigel Arnell y Emma Tompkins (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15: 77-86.
- Adger, Neil, Saleemul Huq, Katrina Brown, Declan Conway y Mike Hulme (2003). Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies* 3: 179-195.
- Aguilar, E. et ál., (2005). Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961-2003. *Journal of Geophysical Research* 110: 1-15.
- ANACAFE (2004). Cultivo de aguacate. Guatemala: Asociación Nacional del Café.
- Andressen, R. y R. Pulwarty (1999). Análisis de las lluvias excepcionales causantes de la tragedia del Estado Vargas, Venezuela, en diciembre de 1999. Cambios climáticos, recursos hídricos, georriesgos y desastres naturales. IV Simposio internacional de desarrollo sustentable: 148-167.
- Berger, M. e I. Azurdia (2008). Resiliencia adaptativa y sincretismo tecnológico (adaptación al cambio climático). Guatemala: informe final presentado al Sustainability Watch.
- Brooks, Nick (2003). Vulnerability, risk and adaptation: a conceptual framework. Working paper 38. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Castellanos E., C. Bonilla y A. Quilo (2007). Cuantificación de carbono capturado por bosques comunales y municipales de cinco municipios en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango. Informe final, proyecto AGROCYT No. 051-2004.
- Castellanos, E. y C. Flores (2006). Estimación del contenido de carbono en bosques del altiplano occidental.
- Catani, F, N. Casagli, L. Ermini, G. Righini y G. Menduni (2005). Landslide hazard and risk mapping at catchment's scale in the Arno River Basin. *Landslides* 2: 329-342.
- CDC (2007). Malaria: Geographic Distribution. Centres for Disease Control and Prevention, US Department of Health and Human Services.  
Disponible en: [http://www.cdc.gov/malaria/distribution\\_epi/distribution.htm](http://www.cdc.gov/malaria/distribution_epi/distribution.htm); 12/12/2007
- CEA (2007). Institucionalidad local para el manejo de bosques y agua en comunidades indígenas. Serie informes técnicos No. 1. Sitio Finca Pacalaj y Sitio Bosque El Gigante. Guatemala: Centro de Estudios Ambientales, Universidad del Valle de Guatemala.
- CEPAL (2005). Efectos en Guatemala de las lluvias torrenciales y la tormenta tropical Stan, octubre de 2005. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Sistema de Naciones Unidas.

- Connors C., L. Connors y M. Sheridan (2006) Assessment of October 2005 debris flows at Panabaj, Guatemala, and recommendations for hazard mitigation. Versión preliminar para OXFAM GB.
- CONRED (2006). Caracterización de los flujos de lodo y escombros que afectaron la cabecera municipal de Santiago Atitlán (Sololá) en octubre de 2005. Guatemala: Gerencia de Riesgo, Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.
- Dardón, J. y C. Morales, Eds. (2006). ¿Por qué tanta destrucción? Las amenazas naturales y estructurales: sistematización de la vulnerabilidad, la negligencia y la exclusión regional del altiplano occidental en la tormenta asociada Stan. 2a edición. Guatemala: Editorial de Ciencias Sociales.
- Eakin, H., C. Tucker y E. Castellanos (2006). Responding to the coffee crisis: a pilot study of farmers' adaptations of Mexico, Guatemala and Honduras. *The Geographical Journal* 172(2): 156-171.
- Gamarra, L. (2003). El caso de Guatemala. En Gellert, G. (Coordinadora) *Gestión de riesgos en Centroamérica: iniciativas, actores y experiencias locales en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. Guatemala: FLACSO, 93-142.
- Guerra, Alex (2006). El huracán Stan en la cuenca del lago Atitlán, Guatemala: un estudio en Ecología política. Inglaterra: Tesis de maestría de la Universidad de Oxford.
- Helmer, Madeleen (2006). Natural disasters and climate change. *Disasters* 30(1) 1:4.
- INAB (2005). Boletín de Estadísticas Forestales 1998-2005.
- Infoagro. El cultivo del trigo, primera parte. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>. Consultado el 12/12/2007
- INSIVUMEH (2005). Resumen del impacto asociado a la tormenta Stan en Guatemala. Guatemala: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
- IPCC (2007a.) Summary for policymakers. En S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H.L. Miller, Eds. *Climate change 2007: The Physical Science Basis. Working group I contribution to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2007b). Summary for policymakers. En S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H.L. Miller, Eds. *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working group II contribution to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2007c). Summary for policymakers. En S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H.L. Miller, Eds. *Climate change 2007: mitigation of climate change. Working group III contribution to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.

- \_\_\_\_\_ (2001). Overview of impacts, adaptation and vulnerability to climate change. En S. Schneider y J. Sarukhan, Eds. *Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability*. Inter governmental panel on climate change. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.
- (2000). América Latina. En O. Canziani y S. Díaz, Eds. *Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad*.
- Ivic, M. e I. Azurdia, Eds. (2008). *Ciencia y técnica maya*. Guatemala: Fundación Solar.
- Jiménez, A. y P. Girot (2002). Marco de adaptación al cambio climático para los recursos hídricos en Centro América. San José: Sistema de Integración Centroamericana, Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza y Global, Water Partnership.
- Krebs, C. (1994). *Ecology*. 4a ed. New York: Harper Collins College Publishers.
- Larsen, M. y A. Torres-Sánchez (1998). The frequency and distribution of recent landslides in three montane tropical regions of Puerto Rico. *Geomorphology* 24:309-331.
- Lorente, A., J. García-Ruiz, S. Beguería y J. Arnaéz (2002). Factors explaining the spatial distribution of hillslope debris flows. *Mountain Research and Development* 22(1): 32-39.
- MARN (2009). Política nacional al cambio climático. Versión preliminar para discusión. Guatemala: Programa Nacional de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- \_\_\_\_\_ (2007a) Análisis de la vulnerabilidad futura de los recursos hídricos al cambio climático. Informe final. Guatemala: Programa Nacional de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- \_\_\_\_\_ (2007b). Resumen: Inventario de gases de efecto invernadero año 2000. Versión preliminar. Guatemala: Programa Nacional de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- \_\_\_\_\_ (2007c). Análisis de la vulnerabilidad futura de la producción de granos básicos al cambio climático. Proyecto Regional Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba.
- \_\_\_\_\_ (2001a). Inventario nacional de gases de efecto invernadero. Año base 1990. Proyecto Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático y Plan de Acción sobre Cambio Climático.
- \_\_\_\_\_ (2001b). Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.
- MEM (2007). Lineamientos de Política Energética 2008-2015.
- Nebel, Bernard (1999). Ciencias ambientales. *Ecología y desarrollo sostenible*. 6a ed. México: Prentice Hall.
- Olson, R. y J. Sarmiento (1995). No es otro armero. *Desastres y sociedad* (4):65-76.

- Pielke, Roger Jr., Gwyn Prins, Steve Rayner y Daniel Sarewitz (2007). Lifting the taboo on adaptation. *Nature* 445:597-598.
- Plant, R. (1978). Guatemala: unnatural disaster. London: The Latin America Bureau.
- PNUD (2007). *La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido*, Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 2007/2008. México: Grupo Mundiprensa.
- PREVDA (2006) Plan Operativo Global 2006-2010. Proyecto regional de reducción de la vulnerabilidad y degradación ambiental, Centroamérica. Guatemala.
- Schweigert, T. (2004). Agricultural wage rates under forced and free labour: Pre-1944 and Post-1954 Guatemala. *Journal of Agrarian Change*. 4 (4): 532-552.
- Shepard, Dan (2007). Bali Reports. UN Climate Change Conference, Bali, Indonesia 3-14, 2007. Disponible en: <http://www.un.org/climatechange/blog/index.asp>.
- SEGEPLAN (2006a). Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala: diagnóstico. Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
- \_\_\_\_\_ (2006b). Política Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y de la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
- Smit, B., I. Burton, R.J.T. Klein y J. Wandel (2000). An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic change* 45:223-251.
- Stern, Nicholas (2006). The Economics of climate change. *The Stern Review*. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.
- URL e Instituto de Incidencia Ambiental (2006). *Perfil ambiental de Guatemala*. Guatemala: Editorial Serviprensa.
- UVG, INAB, CONAP (2006). Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala durante los años 1991, 1996 y 2001 y Mapa de cobertura forestal 2001. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques de Guatemala, y Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- van Aalst, Maarten (2006). The impacts of climate change on the risk of natural disasters. *Disasters* 30(1):5-18.
- Villagrán, J.C. (2002). La naturaleza de los riesgos, un enfoque conceptual. Guatemala: Centro de Investigación y Mitigación de Desastres Naturales, CIMDEN.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon e I. Davis (2004). *At risk*. 2nd Ed. London: Routledge.
- World Resources Institute (2005). *State of the world 2005*.