



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

# Tercera Comunicación Nacional

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático





Ministerio de Ambiente y Energía  
Instituto Meteorológico Nacional

# Tercera Comunicación Nacional

Convención Marco de las  
Naciones Unidas sobre Cambio Climático



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*

363.738.747

C8375-t Costa Rica. Ministerio del Ambiente y Energía.  
Instituto Meteorológico Nacional.  
Tercera comunicación nacional a la  
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre  
cambio climático / MINAE, IMN. San José, Costa  
Rica: MINAE, IMN, GEF, PNUD, 2014.  
112 p. : il. : col. ; 28 cm.

ISBN: 978-9977-50-116-1

1. CAMBIO CLIMATICO 2. MITIGACION  
3. INVENTARIOS GASES EFECTO INVERNADERO.

- © Ministerio del Ambiente y Energía  
© Instituto Meteorológico Nacional  
Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas  
San José, Costa Rica  
Teléfono (506) 2222-5616  
[www.imn.ac.cr](http://www.imn.ac.cr) | <http://cglobal.imn.ac.cr/>  
© Costa Rica 2014: Tercera Comunicación Nacional a la  
Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio  
Climático. Primera Edición.

ISBN: 978-9977-50-116-1

*Edición:*

Fanny Ramírez Esquivel

*Revisión:*

Ana Rita Chacón Araya  
Gladys Jiménez Valverde  
Nazareth Rojas Morales  
Roberto Villalobos Flores

*Diseño y diagramación:*

Rodrigo Granados Jiménez

De conformidad con la Ley Número 6683 de Derechos de Autor y Derechos Conexos, es prohibida la reproducción de este libro en cualquier forma o medio, electrónico o mecánico incluyendo el fotocopiado, grabadoras sonoras y otros, sin permiso escrito del editor.

# CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>11</b>
<b>PRÓLOGO</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>15</b>
CONTEXTO NACIONAL	15
INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	16
POLÍTICAS PARA APLICAR LA CONVENCION	16
PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO	17
PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	19
Iniciativas en marcha	21
INFORMACIÓN PERTINENTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCION	21
Transferencia de tecnología	21
Observación sistemática	22
Educación y sensibilización	22
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b>	<b>23</b>
NATIONAL CONTEXT	23
NATIONAL INVENTORY OF GREENHOUSE GASES	24
POLICIES TO IMPLEMENT THE CONVENTION	24
PROGRAMS CONTAINING MEASURES TO MITIGATE CLIMATE CHANGE	25
PROGRAMS CONTAINING MEASURES TO FACILITATE ADEQUATE ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE	26
Ongoing initiatives	28
INFORMATION RELEVANT TO THE ACHIEVEMENT OF THE OBJECTIVE OF THE CONVENTION	29
Transfer of technology	29
Education and awareness	29

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>CONTEXTO NACIONAL</b>	<b>31</b>
1.1	ESTRUCTURA DE GOBIERNO	31
1.2	PERFIL GEOGRÁFICO	31
1.3	PERFIL CLIMÁTICO	32
1.4	PERFIL DEMOGRÁFICO	33
1.5	PERFIL SOCIAL	33
1.5.1	Educación	33
1.5.2	Salud	33
1.5.3	Acceso a servicios	34
1.5.3.1	<i>Agua potable y saneamiento</i>	34
1.5.3.2	<i>Electricidad</i>	35
1.5.4	Desempleo	35
1.5.5	Pobreza	35
1.6	PERFIL ECONÓMICO	36
1.6.1	Energía	37
1.6.2	Transporte	37
1.6.3	Industria y Construcción	37
1.6.4	Desechos sólidos	38
1.6.5	Turismo	38
1.6.6	Agricultura	38
1.6.7	Bosques	39
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO</b>	<b>41</b>
2.1	ASPECTOS GENERALES	41
2.1.1	Arreglos institucionales	42
2.1.2	Categorías de fuentes clave	42
2.2	ENERGÍA	43
2.3.	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	45
2.4.	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	46
2.5.	MANEJO DE DESECHOS	48
2.5.1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	49
2.6.	RESULTADOS TOTALES	50
2.6.1	Emisiones totales por gas	50
2.6.2	Emisión total expresada en CO <sub>2</sub> equivalente	51
2.6.3	Indicadores relacionados	51

CAPITULO 3	<b>POLÍTICAS Y MEDIDAS ADOPTADAS O PREVI- STAS PARA APLICAR LA CONVENCION</b>	<b>53</b>
3.1	ESTRATEGIA Y PLAN DE ACCION AL CC	53
3.2	PROPUESTA DE LEY MARCO DE CAMBIO CLIMATICO	56
3.3	OTRAS POLITICAS Y MEDIDAS ADOPTADAS Y PREVISTAS	56
CAPITULO 4	<b>PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMATICO</b>	<b>59</b>
4.1	CARBONO NEUTRALIDAD	59
4.2	REDD+	60
4.2.1	Vinculación de la Estrategia Nacional REDD+ con objetivos nacionales y sectoriales de desarrollo	61
4.2.2	Avances en la formulación de la Estrategia Nacional REDD+	61
	<i>1a. Arreglos nacionales para REDD+</i>	61
	<i>1b. Organización, consulta y divulgación</i>	61
	<i>2a. Evaluación del Uso de la Tierra, Política Forestal y Gobernanza</i>	61
	<i>2b. Opciones estratégicas REDD+</i>	62
	<i>2c. Marco de implementación REDD+</i>	62
	<i>2d. Evaluación estratégica social y ambiental</i>	63
	<i>3. Nivel de referencia de emisiones forestales/Nivel de referencia forestal</i>	63
	<i>3a. Sistema de monitoreo de bosques</i>	63
	<i>3b. Información sobre beneficios múltiples, otros impactos, gobernanza y salvaguardas</i>	63
4.2.3	Mercados Voluntarios	64
4.3	ENERGÍA	64
4.3.1	Acciones en eficiencia energética	64
4.3.2	Acciones en generación limpia	65
	a. Programa de Generación Distribuida	65
	b. Proyecto BIOGAS	65
4.4	TRANSPORTE	65
4.5	AGROPECUARIO	66
4.5.1	Café	66
4.5.2	Ganadería	67
4.5.3	Caña de azúcar	68
4.5.4	Fincas productoras	69
4.6	INDUSTRIA	70
4.7	RESIDUOS SÓLIDOS	70

4.8 VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	71
4.9 OTROS ESFUERZOS	72
4.9.1 Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI)	72
4.9.2 Eco-Eficiencia Empresarial	73
<b>CAPITULO 5 PROGRAMAS QUE COMPRENEN MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>75</b>
5.1 RECURSO HÍDRICO	75
5.1.1 Medidas de adaptación	78
5.1.1.1 <i>Iniciativas en marcha</i>	81
5.2 SEGURIDAD ALIMENTARIA	83
5.3 SEGURIDAD ENERGÉTICA	88
5.4 INFRAESTRUCTURA	91
5.5 BIODIVERSIDAD	92
5.6 SALUD	93
5.6.1 Fortalecimiento de los sistemas de información para la vigilancia de la salud	93
5.6.2 Investigación y vigilancia epidemiológica de la relación entre clima y salud	93
5.7 PESCA Y ZONAS COSTERAS	94
<b>CAPITULO 6 INFORMACIÓN PERTINENTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCION</b>	<b>95</b>
6.1 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	95
6.1.1 Principales resultados en mitigación	98
6.1.1.1 <i>Sector transporte</i>	98
6.1.1.2 <i>Sector agrícola</i>	100
6.1.1.3 <i>Conservación y eficiencia eléctrica</i>	101
6.1.2 Principales resultados en adaptación	102
6.1.2.1 <i>Sector hídrico: gestión adaptativa de cuencas</i>	103
6.1.2.2 <i>Mejoramiento de la información y escenarios de cambio climático</i>	104
6.2 OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA	104
6.3 EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN	105
<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>109</b>

# INDICE DE FIGURAS

## Resumen ejecutivo

<u>FIGURA 1.</u>	Ejes de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.. . . . .	17
<u>FIGURA 2.</u>	Componentes de riesgo climático y vulnerabilidad por provincia (evento extremo seco). . . . .	19
<u>FIGURA 3.</u>	Componentes del riesgo climático por lluvias y la vulnerabilidad por provincia. . . . .	20

## Executive Summary

<u>FIGURE 1.</u>	Axes of the National Climate Change Strategy. . . . .	25
<u>FIGURE 2.</u>	Components of climate risk by province (extreme dry event). . . . .	27
<u>FIGURE 3.</u>	Components of climate risk by province (rainy extreme event). . . . .	27

## Capítulo 2

<u>FIGURA 2.1.</u>	Estructura de los arreglos institucionales para elaboración del inventario. . . . .	43
<u>FIGURA 2.2.</u>	Distribución de la emisión de gases con efecto invernadero expresadas como CO <sub>2</sub> equivalente, para el 2010. . . . .	51

## Capítulo 3

<u>FIGURA 3.1.</u>	Sectores clave en la mitigación y adaptación al cambio climático.54	
<u>FIGURA 3.2.</u>	Ejes de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.. . . . .	54

## Capítulo 5

<u>FIGURA 5.1.</u>	Vulnerabilidad por provincias. . . . .	76
<u>FIGURA 5.2.</u>	Cantones de mayor vulnerabilidad coincidentes con el menor índice de desarrollo humano y género. . . . .	77
<u>FIGURA 5.3.</u>	Índice de amenaza climática (eventos secos). . . . .	77
<u>FIGURA 5.4.</u>	Índice de amenaza climática (eventos lluviosos). . . . .	78

<u>FIGURA 5.5.</u>	Componentes de riesgo climático y vulnerabilidad por provincia (evento extremo seco). . . . .	78
<u>FIGURA 5.6.</u>	Componentes del riesgo climático por lluvias y la vulnerabilidad por provincia. . . . .	79
<u>FIGURA 5.7.</u>	Esquema de la gestión de riesgo climático para medidas de adaptación. . . . .	84
<u>FIGURA 5.8.</u>	Impactos económicos acumulados en el sector agropecuario por las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica. . . . .	86
<u>FIGURA 5.9.</u>	Impactos económicos por cultivo durante tres eventos de sequía. . . . .	86
<u>FIGURA 5.10.</u>	Impactos económicos acumulados en granos básicos, por cantón durante las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica. . . . .	86
 <b>Capítulo 6</b>		
<u>FIGURA 6.1.</u>	Proceso de evaluación de necesidades tecnológicas. . . . .	95
<u>FIGURA 6.2.</u>	Etapas clave en la evaluación de necesidades de tecnología para la mitigación. . . . .	96
<u>FIGURA 6.3.</u>	Etapas clave en la evaluación de necesidades de tecnología para la adaptación. . . . .	97

# ÍNDICE DE CUADROS

## Resumen ejecutivo

<u>CUADRO 1</u>	Emisión de gases con efecto invernadero como CO <sub>2</sub> equivalente para el 2010 . . . . .	16
<u>CUADRO 2</u>	Indicadores para el 2010 . . . . .	16

## Executive Summary

<u>TABLE 1</u>	Emission of greenhouse gases such as CO <sub>2</sub> equivalent for 2010	24
<u>TABLE 2</u>	Indicators for 2010 . . . . .	24

## Capítulo 1

<u>CUADRO 1.1</u>	Promedios anuales de diversas variables de las Regiones climáticas de Costa Rica . . . . .	33
<u>CUADRO 1.2</u>	Indicadores demográficos para Costa Rica Período 2005-2010 . . . . .	34
<u>CUADRO 1.3</u>	Porcentajes de Cobertura de agua para el período 2005-2010 . . . . .	34
<u>CUADRO 1.4</u>	Porcentaje de población cubierta por el servicio eléctrico . . . . .	35
<u>CUADRO 1.5</u>	Tasa de desempleo abierto por zona 2005-2010 (porcentaje) . . . . .	35
<u>CUADRO 1.6</u>	Evolución de la pobreza en Costa Rica. Período 2005-2010 . . . . .	35
<u>CUADRO 1.7</u>	Contribución al crecimiento de la economía según sectores económicos . . . . .	36
<u>CUADRO 1.8</u>	Área de cultivo de los principales productos agrícolas (Hectáreas) . . . . .	39

## Capítulo 2

<u>CUADRO 2.1</u>	Análisis de incertidumbre del inventario 2010 . . . . .	42
<u>CUADRO 2.2</u>	Principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero para Costa Rica de acuerdo con la evaluación de nivel . . . . .	43
<u>CUADRO 2.3</u>	Principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero para Costa Rica de acuerdo al análisis de tendencias. . . . .	44

<u>CUADRO 2.4</u>	Emisión de gases con efecto invernadero asociadas al transporte internacional en el 2010. . . . .	44
<u>CUADRO 2.5</u>	Emisión de gases por sector para el 2010 . . . . .	45
<u>CUADRO 2.6</u>	Emisión total por proceso industrial en el 2010 . . . . .	45
<u>CUADRO 2.7</u>	Absorción de carbono y emisión de gases con efecto invernadero en el sector AFOLU durante el 2010 . . . . .	48
<u>CUADRO 2.8</u>	Emisiones totales del sector desechos en el año 2010 . . . . .	50
<u>CUADRO 2.9</u>	Emisión total de gases de efecto invernadero Año 2010 . . . . .	50
<u>CUADRO 2.10</u>	Emisión de gases con efecto invernadero como CO <sub>2</sub> equivalente para el 2010. . . . .	51
<u>CUADRO 2.11</u>	Indicadores para el 2010. . . . .	51
 <b>Capítulo 5</b>		
<u>CUADRO 5.1</u>	Matriz de riesgo climático durante eventos El Niño para los granos básicos . . . . .	87
<u>CUADRO 5.2</u>	Matriz de riesgo climático durante eventos La Niña para los granos básicos . . . . .	88
<u>CUADRO 5.3</u>	Efectos y medidas de adaptación en la demanda de electricidad . . . . .	89
<u>CUADRO 5.4</u>	Efectos y medidas de adaptación en la oferta de electricidad. . . . .	90
 <b>Capítulo 6</b>		
<u>CUADRO 6.1</u>	Priorización de sectores y subsectores TNA de mitigación . . . . .	98
<u>CUADRO 6.2</u>	Priorización de sectores y subsectores . . . . .	103
<u>CUADRO 6.3</u>	Priorización de tecnologías de adaptación . . . . .	103

# AGRADECIMIENTOS

Este informe ha sido preparado por el Instituto Meteorológico Nacional del Ministerio del Ambiente y Energía, con el apoyo financiero del Fondo Mundial para el Medio Ambiente por medio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Para la realización del mismo se agradece la colaboración de:

Dirección de Cambio Climático  
Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Ministerio de Salud  
Ministerio de Obras Públicas y Transportes  
Dirección Sectorial de Energía  
Fondo Nacional de Financiamiento Forestal  
Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental  
Sistema Nacional de Áreas de Conservación  
Instituto Costarricense de Electricidad  
Refinadora Costarricense de Petróleo  
Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Universidad Nacional de Costa Rica  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Universidad de Costa Rica  
Empresa privada  
Organizaciones no gubernamentales  
Consultores privados



# PRÓLOGO

El Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, es el análisis más actualizado, exhaustivo y relevante de la variabilidad climática que enfrentamos. También será la base para las negociaciones en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, donde se discute un nuevo acuerdo internacional para la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero. Dicho informe es determinante en afirmar que el calentamiento en el sistema climático es irrefutable y que muchos de los cambios observados no tienen precedentes en los últimos decenios.

En este entorno informativo, de negociaciones y de acciones internacionales sobre el cambio climático, la presentación de la Tercera Comunicación Nacional ofrece un análisis pormenorizado de las acciones que a nivel nacional se realizaron al 2010 en este tema.

Queda reflejado en este informe, que aunque históricamente el desarrollo económico de los países ha estado estrechamente relacionado con un mayor consumo de energía y un aumento de las emisiones de gases con efecto invernadero, Costa Rica escogió un desarrollo bajo en emisiones, basado en la producción de energía con fuentes limpias. El producto de este esfuerzo país se refleja en el inventario nacional de gases con efecto invernadero y en el desarrollo de opciones de mitigación, parte fundamental de la meta carbono neutralidad.

Está explícito a lo largo de dicho informe, que debido al riesgo climático, el país debe intensificar los esfuerzos para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático; complementados con la transferencia de tecnologías, que juegan un papel importante en la ruta hacia una sociedad baja en carbono y resiliente al cambio climático; y la educación y sensibilización, en procura de un cambio en el comportamiento de la población costarricense.

Estoy seguro de que la Tercera Comunicación Nacional, en el contexto de la meta país “Carbono Neutralidad”, es decisoria en la elaboración de políticas, programas y acciones que fortalezcan la Estrategia Nacional sobre Cambio Climático.

EDGAR E. GUTIÉRREZ ESPELETA  
*Ministro de Ambiente y Energía*



# RESUMEN EJECUTIVO

La Tercera Comunicación Nacional de Costa Rica ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), presenta los avances en las políticas nacionales que el país ha ido implementando en aras de ser un país resiliente al cambio climático.

El documento está dividido en seis capítulos: Contexto nacional, Inventario nacional de gases de efecto invernadero, Políticas o medidas adoptadas para la aplicación a la CMNUCC, programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático, programas que comprenden medidas para la adecuada adaptación al cambio climático, y otra información pertinente para el logro de los objetivos de la Convención.

## Contexto Nacional

Costa Rica, país centroamericano de 4.563.539 habitantes se localiza en la región tropical y se caracteriza por tener una gran variedad de climas, que han dado

lugar a 12 distintas zonas de vida ecológicas o bioclimas. Debido a factores geográficos, atmosféricos y oceánicos, el país se ha regionalizado climáticamente en siete grandes regiones climáticas: Pacífico Norte, Pacífico Central, Pacífico Sur, Región Central, Zona Norte, Región Caribe Norte y Región Caribe Sur.

Con 51.100 km<sup>2</sup> de área continental el país cuenta con 34 cuencas hidrográficas, encontrándose dentro de las principales, Tárcoles y Reventazón. Posee un relieve heterogéneo, sometido a la acción de condiciones climáticas y biológicas muy variables y es un país eminentemente montañoso, cuyo eje noroeste-sureste presenta cordilleras y cadenas montañosas cuyas cimas más altas son el cerro Chirripó 3.879 msnm y el cerro Kamuk 3.564 msnm.

En términos generales se presentan dos regímenes climáticos, Pacífico y Caribe, ambos con épocas secas y lluviosas. Los eventos meteorológicos más frecuentes y que producen eventos extremos son: depresiones tropicales,

tormentas tropicales, huracanes, ondas tropicales, sistemas de baja presión, vaguadas y frentes fríos. Cualquiera de estos fenómenos de carácter intenso puede provocar inundaciones.

Por su parte, la variabilidad climática de Costa Rica se relaciona más con el fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur). Durante El Niño existe mayor probabilidad de que la vertiente Pacífica y la región Central experimenten condiciones de secas a secas extremas, mientras en el Caribe existe una mayor probabilidad de escenarios lluviosos extremos.

En materia de energía la población de Costa Rica cuenta con los índices más altos de cobertura nacional. Las principales fuentes de energía primaria utilizadas para la generación de electricidad, son la hidroeléctrica, la geotérmica y la energía eólica.

El consumo final total de energía en el 2010 fue de 152 863 TJ, de los cuales el 21,8% correspondió a energía primaria y el 78,2% a energía secundaria. La fuente de energía más importante la

constituyeron los derivados de petróleo, que representaron el 56,9% del consumo total, seguido de la biomasa con 21,2% y la electricidad con 20,2%. Los sectores de mayor participación son el transporte que representa el 46,0% del consumo de energía total, el industrial con 24,9 % y el residencial con 17,8%.

Cabe destacar que el consumo de combustibles en el sector transporte creció un 3,0% respecto a 2009, cercano al promedio de los últimos cinco años (3,1% anual), indicativo de la normalización de la actividad después de la recesión económica del 2009. El parque vehicular para el año 2010 contabilizó un total de 1.369.274 unidades<sup>1</sup> que corresponde a 1.062.514 vehículos a gasolina y 306.760 vehículos a diesel (DSE, 2011), un 7% más que el año anterior.

En cuanto a los sectores productivos, el sector turístico es una de las actividades productivas que más ingresos e inversión extranjera directa representa al país. La agricultura ha crecido en los últimos años aumentando las áreas cultivadas del territorio nacional, el café sigue siendo el principal cultivo. La cobertura forestal también ha crecido y alcanza el 43,23% del territorio, sin tomar en cuenta los manglares, páramos y humedales; del total de cobertura más del 64% está bajo algún grado de protección. En términos generales Costa Rica ha tenido grandes avances en la política forestal, amparada en un excelente

desempeño del mecanismo de pago de servicios ambientales en la conservación de bosques primarios y secundarios.

### Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

Como país firmante de la Convención, Costa Rica ha elaborado inventarios nacionales de gases de efecto invernadero desde 1990. Para el año 2010, el inventario de gases de efecto invernadero abarca todas las fuentes y sumideros, así como todos los gases que figuran en las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero excepto: 1) Las emisiones por uso de lubricantes y ceras parafinas, 2) Las emisiones de PFC en la industria electrónica, para las cuales actualmente se realiza una investigación a ser incluida en el próximo inventario, 3) Las emisiones producidas por los productos de madera recolectada y, 4) Las emisiones de carbono de suelos.

Se evaluaron los siguientes gases: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), halocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos volátiles diferentes del metano (NMVOC) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Las emisiones de GEI se realizaron para las cuatro categorías de emisión, definidas por el IPCC: Energía; Procesos Industriales y Uso de Productos; Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra; y Desechos (cuadro 1).

CUADRO 1  
Emisión de gases con efecto invernadero como CO<sub>2</sub> equivalente para el 2010

Fuente de emisión	Emisiones expresadas en CO <sub>2</sub> equivalente Gg
Energía	7.081,20
Procesos industriales y uso de productos	802,72
Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra	-473,29
Desechos	1.378,21
Total	8.788,84

La incertidumbre del inventario corresponde a un 8,5%.

Con el fin de realizar consideraciones en el contexto internacional, se presentan algunos indicadores útiles asociados a las emisiones de gases de efecto invernadero (cuadro 2).

CUADRO 2  
Indicadores para el 2010

Indicador	2010
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por habitante	1,93
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por km <sup>2</sup>	172,0
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por millón de dólares*	242,1

\* PIB nominal

### Políticas para aplicar la Convención

Costa Rica se ubica en una zona especialmente expuesta a los impactos del cambio climático, por ello se requiere de políticas y medidas que le permitan prepararse ante eventuales eventos extremos

1 Unidades incluyen vehículos particulares, carga, público y motos

de clima. La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y su respectivo Plan de Acción, así como los avances en la Ley Marco de Cambio Climático, son iniciativas que se han promovido en el país para el cumplimiento de los objetivos en esta materia.

La ENCC prioriza acciones en mitigación, adaptación, métrica, tecnología, educación y financiamiento, todo con el objetivo común de la integración de la política de cambio climático de acuerdo con la competitividad a largo plazo del país y la estrategia de desarrollo sostenible. En dicha estrategia se definen los sectores clave en los que el país debe trabajar en materia de adaptación y mitigación, para avanzar en las transformaciones deseadas.

Además se identifican seis ejes de trabajo, los cuales cuatro de ellos se entienden como ejes instrumentales para alcanzar las

metas definidas en los ejes de mitigación y adaptación. En la [figura 1](#) se explica esta relación:

En agosto del 2013, se presentó a la Asamblea Legislativa “un marco operativo para el desarrollo de políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático”, una propuesta de Ley Marco de Cambio Climático. Esto se suma a la estrategia de REDD+ y a la Comisión Interinstitucional, donde participan diversas instituciones para alcanzar sinergias en torno a las acciones estratégicas previstas en estas iniciativas.

Es destacable entre las medidas adoptadas por país el compromiso de carbono neutralidad al 2021, por tanto se requiere de un esfuerzo nacional para alcanzar esa meta. Por ello, en el 2012 se creó el Mercado Voluntario Doméstico de Carbono, que permite la generación y comercio de bonos de carbono.

## Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático

De acuerdo a la ENCC, existen ocho sectores claves a nivel nacional en el tema de mitigación: energía, transporte, agropecuario, industrial, residuos sólidos, turismo, hídrico y cambio en el uso del suelo, y en el Plan Nacional de Cambio Climático se contemplan tres sub-ejes:

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.
- Desarrollo de un mercado de carbono nacional.

Con el Programa País Carbono Neutralidad, se desarrollan las capacidades en las organizaciones a nivel nacional, se asegura la

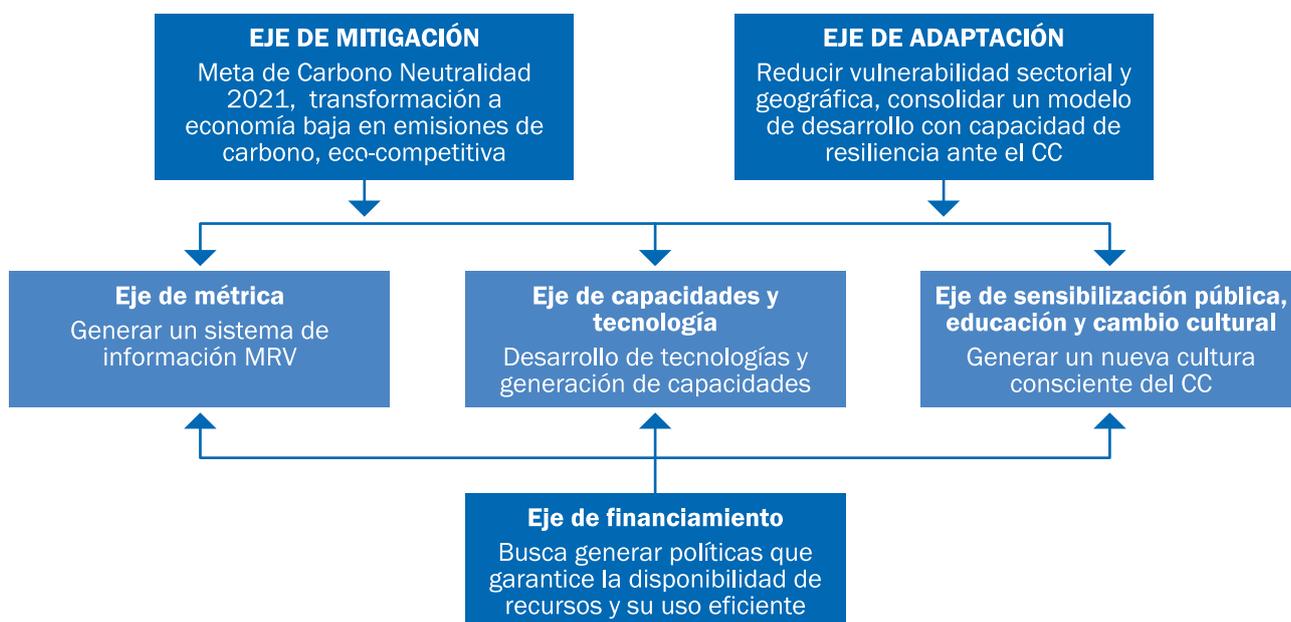


FIGURA 1. Ejes de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

consistencia y la calidad de los datos de los inventarios y se provee los mecanismos de reporte, medición y verificación, para los consumidores y usuarios en general.

Dentro del marco del Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC), se encuentra como principal proyecto la consolidación del Mercado Doméstico Voluntario de Carbono de Costa Rica.

Por su parte, la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques (REDD+) es parte de un conjunto de programas del MINAE que responden al Plan Nacional de Desarrollo y está vinculado con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional Forestal y la Estrategia de Biodiversidad.

La estrategia REDD+ ha identificado las siguientes opciones estratégicas a ser implementadas, partiendo del marco de las cinco actividades REDD+ que han sido definidas en la CMNUCC:

- Integrar la captura de carbono en parques nacionales y reservas biológicas a la Estrategia REDD+.
- Mantener y ampliar la cobertura del programa de Pagos por Servicios Ambientales.
- Incrementar el secuestro de carbono mediante la regeneración natural y el establecimiento de plantaciones forestales para producir materia prima de consumo nacional, en terrenos desprovistos de bosques.
- Fomento a la sustitución de productos con alta huella de carbono por madera sostenible en bosques naturales

primarios, secundarios y reforestación.

- Fortalecer la gestión del SINAC en control de tala ilegal e incendios forestales.
- Fortalecer la gestión fiscalizadora del Colegio de Ingenieros Agrónomos.
- Crear fondos frescos, predecibles y de largo plazo para financiar la implementación de la Estrategia REDD+.
- Coordinar con la iniciativa de Catastro y Regularización de Tierras Especiales; entre ellas, los terrenos indígenas para alcanzar la delimitación de los 24 territorios indígenas.

En el sector energía se establecieron tres áreas para lograr el cumplimiento de los objetivos de la ENCC: eficiencia energética, generación de energías limpias y educación e información. En eficiencia energética se destacan los Programas de Gestión Ambiental Institucional, enfocados a las instituciones del Estado; el Programa de Eco-Eficiencia Empresarial, dirigido a promover acciones de gestión ambiental a nivel de empresa privada y pública; y el Sello de Eficiencia Energética "Energiece". En generación limpia se cuenta con el Programa de Generación Distribuida y el Proyecto Biogás.

El gran reto para el país en materia de energía es el sector transporte, principal emisor con el 31% de las emisiones nacionales, razón por la cual se hizo un análisis del Plan Nacional de Desarrollo y su coincidencia con el Plan Nacional de Transporte, en materia de mitigación al cambio climático y

se determinó qué acciones eran posibles de implementar. En este sentido, la Dirección de Cambio Climático (DCC) también cuenta con un proyecto que consiste en elaborar un mapa de ruta, de cómo se pueden incorporar tecnologías limpias en el transporte público.

Otro sector prioritario en materia de mitigación, es el agropecuario. Este sector está enfocado en tres actividades productivas: café, ganadería y caña de azúcar. Además cuenta con un programa a nivel de fincas familiares, en donde se instrumentan acciones de mitigación. No obstante, las principales emisiones de este sector se producen en la actividad ganadera, por ser la principal fuente de metano del país. La segunda fuente importante de emisión son los óxidos nitrosos procedentes de la aplicación de fertilizantes. Actualmente se cuenta con NAMAs en el sector café y ganadería.

Por su parte, el sector industrial elaboró en el año 2009 una Estrategia Industrial ante el Cambio Climático. La estrategia plantea cinco lineamientos estratégicos, alineados con la ENCC. En el lineamiento de mitigación, el sector industrial, establece las siguientes acciones:

- Impulsará el desarrollo de programas de eficiencia energética en el sector.
- Desarrollará programas para la incorporación de energías renovables en el sector, reemplazando parcial o totalmente fuentes emisoras de gases con efecto invernadero (GEI).

- Propiciará los esfuerzos encaminados hacia una producción eléctrica basada en fuentes renovables, con una ampliación de las opciones disponibles y una descentralización de la generación.
- Programas de fijación de emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) con respaldo científico y tecnológico, para la compensación con visión de largo plazo.
- Impulsará la transabilidad de bonos de carbono, como una medida de mercado para propiciar las iniciativas de reducción de emisiones con la implementación de eficiencia energética o energías renovables.
- Propiciará el desarrollo de programas de acompañamiento integral para la reducción de emisiones y compartir las experiencias para ayudar en la toma de decisiones en el sector.

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

Costa Rica ha realizado numerosos esfuerzos por desarrollar estudios que determinen líneas base de análisis y sobre todo, que identifiquen acciones concretas para promover medidas de adaptación al cambio climático.

A nivel nacional se han identificado siete sectores prioritarios para la adaptación al cambio climático: hídrico,

energía, infraestructura, salud, pesca y zonas costeras, biodiversidad, agropecuario. Los sectores que muestran mayores avances en el diseño e implementación de esfuerzos para adaptarse al cambio climático en Costa Rica, son el hídrico, agropecuario, biodiversidad y energía.

En el sector hídrico se analizó la situación de riesgo en que se encuentra el sistema hídrico de Costa Rica, ante los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos afines al calentamiento global. Esta información es valiosa para la toma de decisiones, con el fin de disminuir el riesgo y la vulnerabilidad en las comunidades, y contribuir con una visión futura de producción y aprovechamiento de los recursos, en forma sostenible y aplicada siempre al desarrollo integral del ser humano.

Con respecto al riesgo del sistema hídrico, los resultados se muestran en la [figura 2](#), en el caso

de escenarios secos extremos, a nivel de provincia, Guanacaste y Puntarenas son las que presentan mayor riesgo, mientras que Heredia es la de menor riesgo debido a su baja vulnerabilidad.

En el caso de escenarios lluviosos extremos, a nivel de provincia, Limón y Puntarenas tienen mayor riesgo, mientras que Cartago es la menos vulnerable. El riesgo por eventos extremos lluviosos guarda una estrecha relación con la vulnerabilidad de las provincias, a mayor vulnerabilidad mayor riesgo y viceversa ([figura 3](#)).

La seguridad alimentaria se analiza desde una perspectiva eminentemente agroclimática, enfocada en la producción de granos básicos (maíz, arroz y frijol) y sin aludir al componente nutricional como propone la política de Seguridad Alimentaria (MINSA, 2011). Por tanto, no se enfoca en el grupo poblacional que sufre inseguridad alimentaria o desnutrición,

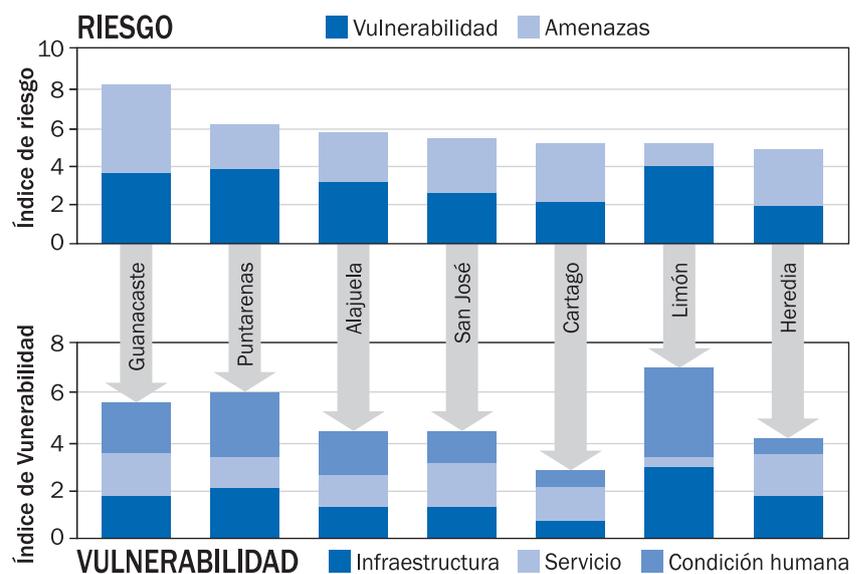


FIGURA 2. Componentes de riesgo climático y vulnerabilidad por provincia (evento extremo seco).

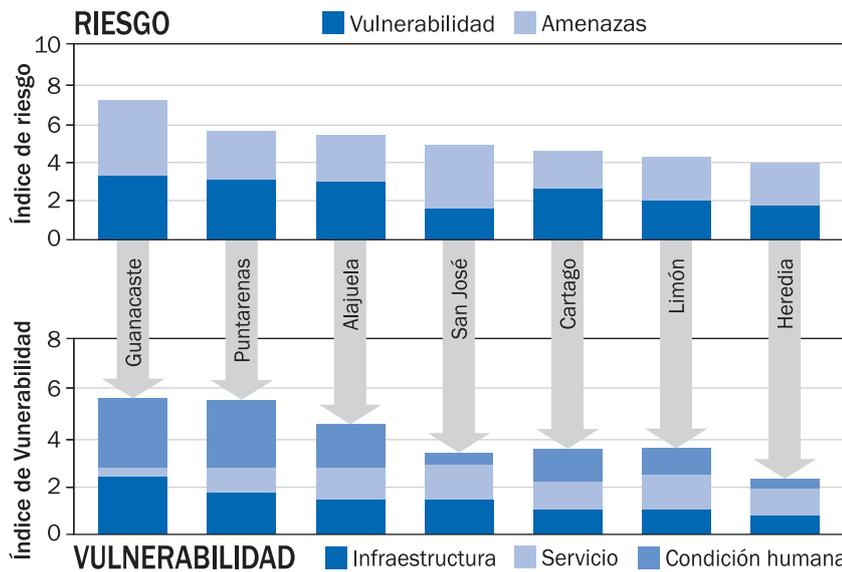


FIGURA 3. Componentes del riesgo climático por lluvias y la vulnerabilidad por provincia.

sino en la situación agrícola y climática de la producción de aquellos alimentos considerados básicos en la dieta tradicional del costarricense.

La amenaza climática actual, se basa en la variabilidad del clima referida principalmente a las dos fases del fenómeno ENOS (El Niño y La Niña). Los registros que se tienen sobre el efecto de ENOS en el clima del país, promedian un escenario congruente con las proyecciones futuras del clima. De esta forma, El Niño y La Niña se han convertido en un laboratorio excepcional para poner en práctica verdaderos planes adaptativos. La línea de pensamiento es: si el sector agropecuario se logra adaptar a la variabilidad climática actual, se estarán dando los primeros pasos organizados para adaptarse al cambio climático futuro, que en algunas zonas del país se podrían traducir como la presencia constante de una condición ENOS.

Durante eventos El Niño existe una alta probabilidad de que las condiciones climáticas tiendan a escenarios secos, en la mayor parte de la vertiente Pacífica y la región Central del país, mientras que en el Caribe el comportamiento puede ser lluvioso. Durante este tipo de eventos extremos los rendimientos de arroz y maíz disminuyen, mientras que los rendimientos de frijol aumentan si se comparan con los promedios históricos, la región Caribe no reporta pérdidas. Más de una decena de cantones se encuentran en alto riesgo de ser perjudicados por el impacto de la sequía, en relación a la pérdida agrícola y económica que se produce.

Durante años La Niña existe una alta probabilidad de que se generen escenarios lluviosos principalmente en el Pacífico Norte del país, mientras que hacia el Caribe las condiciones pueden ser más secas. Durante este tipo de

eventos, los rendimientos de arroz y maíz tienden a aumentar en todas las regiones, con excepción del Caribe donde disminuyen. En el caso del frijol los rendimientos tienden a disminuir, con excepción de la Zona Norte. Los cantones que más se ven afectados son los productores de frijol, ubicados principalmente en la vertiente del Pacífico y Zona Norte del país.

Con respecto a seguridad energética, los incrementos en la temperatura provocados por el cambio climático afectan tanto el consumo como la producción de electricidad.

Se analizaron nueve cuencas con posibilidad de utilización para fines de generación hidroeléctrica, de acuerdo a los escenarios de cambio climático futuros:

- Reventazón
- Pacuare
- Parrita
- Naranjo
- Térraba
- Savegre
- San Carlos
- Sixaola
- Matina

En todas las cuencas se evaluó la susceptibilidad a los procesos de erosión, deslizamientos y desarrollo de avalanchas, que se vería incrementada con el aumento de las lluvias en razón del cambio climático y de la intensidad de las mismas debido a factores de variabilidad climática.

Las cuencas del Reventazón, Pacuare, Parrita, San Carlos, Sixaola y Matina, presentan condiciones de riesgo por procesos

de erosión y deslizamiento, mientras las cuencas del Térraba, Savegre y Naranjo, se verán menos afectadas por estos procesos.

Se hace indispensable establecer un plan de ordenamiento territorial de las cuencas, con particular énfasis en su parte alta y media de forma tal que se le dé prioridad a la recuperación de bosques en zonas de aptitud forestal, la protección de las áreas boscosas existentes y la estabilización de los diversos sitios donde se presentan deslizamientos activos.

En el caso de la energía eólica se encontró que cuando el fenómeno de El Niño ha estado presente, se ha producido un aumento en la generación eólica en los meses de enero, julio, agosto, septiembre y octubre. A nivel anual cuando el fenómeno de El Niño ha estado presente, se ha obtenido un 6% más de generación eléctrica.

Por lo anterior, una de las medidas a considerar consiste en el diseño adecuado de las represas y sus sistemas para remoción de sedimentos, ya que de lo contrario, la disponibilidad de las plantas hidroeléctricas podría verse afectada debido al incremento en las escorrentías, lo cual podría reducir la confiabilidad de todo el sistema de generación.

### *Iniciativas en marcha*

Las principales iniciativas en marcha en materia de adaptación están relacionadas con la Red de observación del clima y monitoreo de cambio climático: la operación de seis estaciones de monitoreo

de cambio climático, así como la base de datos MAG-MIDEPLAN que acopia y sistematiza la información de impacto de los fenómenos naturales de diferente tipología, en la estructura social y económica del país, en el período comprendido entre los años 1988 a la fecha. Los resultados obtenidos de estas dos acciones, demuestran la enorme utilidad de este tipo de información para el análisis y gestión del riesgo climático en diferentes sectores productivos y sociales del país.

El Programa Agua para Guanacaste (PAPG), se presenta como uno de los proyectos más ambiciosos en la lucha contra la sequía al asegurar el suministro de agua durante años secos extremos, por medio de la creación de un embalse regulatorio. Esta medida le permitiría a la zona más seca del país contar con una de las mejores herramientas de adaptación a la variabilidad climática y por ende, asumir en forma más responsable y organizada, la estrategia país de adaptación al cambio climático.

El Programa Agua para Guanacaste (PAPG) es un proyecto país que nace como una iniciativa del Gobierno Costarricense, para proporcionar una respuesta integral a la problemática del agua en esta región. Bajo un modelo de gestión integrada del recurso hídrico, el PAPG pretende ser un detonante del desarrollo rural, presenta una visión compartida del desarrollo social, económico y ambiental de Guanacaste a partir de las aguas del Sistema Hídrico Arenal – DRAT - Tempisque. Este modelo tiene el

potencial de cambiar el mapa hídrico y la visión de desarrollo territorial en las próximas décadas, al aumentar las posibilidades de uso del recurso para generación eléctrica, riego, piscicultura, agua potable, turismo, deportes acuáticos, pesca, paisajismo, recuperación del caudal ecológico del río Tempisque, manejo de cuencas y de acuíferos.

El desarrollo del PAPG tiene una enorme trascendencia para el desarrollo social, institucional, económico y ambiental de Guanacaste, en el presente y en las próximas décadas. En lo que al proceso de adaptación se refiere, el PAPG permitirá ofrecer una solución real a los problemas de disminución significativa de la precipitación durante años de eventos extremos secos, normalmente asociados a la presencia del fenómeno El Niño. El impacto de las sequías en la producción agropecuaria de la zona debe reducirse en forma considerable, al mejorar la oferta hídrica para los cultivos y la ganadería; el riesgo de pérdidas debe disminuir y la tecnología de administración y uso eficiente del agua debe incrementarse.

### **Información pertinente para el logro del objetivo de la Convención**

#### *Transferencia de tecnología*

El proceso de evaluación de nuevas tecnologías condujo a la formulación de la Estrategia de Carbono Neutralidad (C-Neutral) para el 2021, como una estrategia

de desarrollo, aceleración y transferencia de tecnologías en dos grandes campos: la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la adaptación a las consecuencias del cambio climático.

Se determinaron dos tecnologías de mitigación: Integración de Transporte Público y Descongestionamiento, Conservación y Eficiencia eléctrica, y una tecnología con impacto tanto en mitigación y adaptación: Producción Agropecuaria Sostenible.

En el área de adaptación se priorizaron la Cogestión Adaptativa de Cuencas y los Escenarios Meteorológicos Detallados.

### Observación sistemática

Para mantener un monitoreo sistemático, Costa Rica ha fortalecido sus capacidades de observación del clima y cuenta actualmente con 12 redes de información:

- Red meteorológica sinóptica
- Red meteorológica aeronáutica
- Red meteorológica agrícola
- Red hidrológica

- Red de contaminación atmosférica superior
- Red mareográfica y de meteorología marina
- Red de descargas eléctricas
- Red pluviométrica urbana
- Red climatológica
- Red del estado de los ríos
- Red de recepción de imágenes satelitales
- Red de cambio climático

En los últimos años, se estableció la Red de Monitoreo de Cambio Climático instalada en seis regiones estratégicas del país que permite obtener datos e información específica con instrumentos especializados.

### Educación y sensibilización

Es claro que la educación, la sensibilización y el cambio cultural son procesos que deben acompañar las políticas nacionales, la Estrategia Nacional y los Planes de Acción en materia de Cambio Climático. Sólo a través de programas estructurados y transversales, se logrará sensibilizar y empoderar a las comunidades para que adopten e implementen

las medidas de adaptación y mitigación recomendadas.

Por ello se han realizado diferentes acciones en educación y sensibilización en el tema, como son: microprogramas de cambio climático para la difusión en radio, cine y televisión; charlas y capacitación a docentes, productores, gobiernos locales y público en general, asimismo se elaboraron materiales de divulgación escritos y electrónicos.

Aunque se han realizado esfuerzos puntuales, es imperante la necesidad de crear una Estrategia Nacional de Educación y Comunicación para el Desarrollo en materia de Cambio Climático, que logre integrar todos los esfuerzos y marcar la ruta para que se genere el ciclo de reflexión y transformación social que requieren los procesos de cambio, en las prácticas cotidianas y en la interpretación de la realidad. La articulación de procesos de comunicación estratégicos permitirá un cambio en el sistema y la efectividad en la implementación de medidas tendientes a favorecer la adaptación y mitigación del cambio climático.

# EXECUTIVE SUMMARY

The Third National Communication of Costa Rica is presented to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) presents the progress in national policies that the country has implemented in order to be a resilient country to climate change.

The document is divided into six chapters: National Context, National inventory of greenhouse gases, Policies and measures taken to implement the UNFCCC, programs containing measures to mitigate climate change, programs containing measures to properly adapt to change climate, and other relevant information for the achievement of the objectives of the Convention.

## National Context

Costa Rica, Central American country of 4,563,539 inhabitants is located in the tropical region and is characterized by a variety of climates, which have resulted in 12 different areas of ecological

or bio life. Due to geographic, atmospheric and oceanic factors, the country has regionalized climatically into seven major climatic regions: North Pacific, Central Pacific, South Pacific, Central Region, Northern Region, Northern Region Caribbean and South Caribbean Region.

With 51,100 km<sup>2</sup> of land area the country has 34 watersheds, the main ones being, Tarcoles and Reventazon. It has a heterogeneous relief, under the action of highly variable climatic and biological conditions and is a predominantly mountainous country; the northwest-southeast axis has ridges and mountain ranges, in which the Chirripo 3,879 m and Kamuk 3,564 m Kamuk stand out as the highest peaks.

Overall two climatic regimes are presented in the Pacific and Caribbean, both having dry and rainy seasons. The most frequent and extreme events that produce weather events are: tropical depressions, tropical storms, hurricanes, low pressure systems, troughs and cold fronts. Any of

these phenomena can cause intense flooding.

Meanwhile, climate variability of Costa Rica is more related to ENSO (*El Niño* Southern Oscillation). During *El Niño* there is greater likelihood that the Pacific slope and Central regions experience from dry to extreme dry conditions, while in the Caribbean there is a greater likelihood of extreme rainy conditions.

In energy the population of Costa Rica has the highest rates of national coverage. The main sources of primary energy used for electricity generation are hydroelectric, geothermal and wind energy.

The total energy consumption in 2010 was 152 863 TJ, of which 21.8% were primary energy and 78.2% of secondary energy. The most important source of energy constituted petroleum products, which accounted for 56.9% of total consumption, followed by biomass with 21.2% and electricity by 20.2%. The areas of involvement are transportation representing 46.0% of the total

energy consumption, industrial 24.9% and residential 17.8%.

Note that fuel consumption in the transportation sector grew by 3.0% compared to 2009, close to the average of 3.1% yearly in the past five years, indicative of the standardization of activity after the economic recession 2009. The vehicle fleet for 2010 recorded a total of 1,369,274 units<sup>1</sup> corresponding to 1,062,514 gasoline vehicles and 306,760 diesel vehicles (DSE, 2011), 7% more than the previous year.

As for the productive sectors, tourism is one of the most productive activities and brings the largest foreign inversion to the country. Agriculture has grown in recent years by increasing the cultivated areas of the country, coffee remains the main crop. Forest coverage has also increased and has reached 43.23% of the territory, without taking into account mangroves, moors and wetlands; of total coverage, over 64% is under some degree of protection. Overall Costa Rica has made great progress in forest policy, protected by an excellent performance of the mechanism of payment for environmental services in conservation of primary and secondary forests.

## National Inventory of Greenhouse Gases

As a signatory country to the Convention, Costa Rica has developed national inventories of

greenhouse gases since 1990. For 2010, the inventory of greenhouse gases covers all sources and sinks, as well as all gases contained in the Guidelines 2006 IPCC Guidelines for National inventories of greenhouse gases except: 1) Emissions from use of lubricants and paraffin waxes, 2) PFC emissions in the electronics industry, for which a current research is performed to be included in next inventory, 3) emissions from harvested wood products and 4) carbon emissions from soils.

The following gases were evaluated: carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), halocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>), carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), volatile different methane hydrocarbons (NMVOC) and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>).

GHG emissions were made for the four categories in issue, as defined by the IPCC: Energy; Industrial Processes and Product Use; Agriculture, Forestry and Other Land Use; and Waste (table 1).

TABLE 1  
Emission of greenhouse gases such as CO<sub>2</sub> equivalent for 2010

Source of emission	Emissions expressed in CO <sub>2</sub> equivalent to Gg
Energy	7.081,20
Industrial Processes and Product Use	802,72
Agriculture, Forestry and Other Land Use	-473,29
Wastes	1.378,21
Total	8.788,84

Inventory uncertainty corresponds to 8.5%.

In order to make considerations in international context, some useful indicators associated with emissions of greenhouse gases are presented (table 2).

TABLE 2  
Indicators for 2010

Indicator	2010
Tonnes of CO <sub>2</sub> equivalent per capita	1,93
Tonnes of CO <sub>2</sub> equivalent per km <sup>2</sup>	172,0
Tonnes of CO <sub>2</sub> equivalent per million dollars *	242,1

\* Nominal GDP

## Policies to implement the Convention

Costa Rica is located in an area particularly exposed to the impact of climate change, this requires policies and measures that allow to prepare for any extreme weather events. The National Climate Change Strategy (ENCC) and its Plan of Action, as well as advances in the Framework Law on Climate Change, are initiatives that have been promoted in the country to fulfill the objectives in this area.

The ENCC prioritizes in the action on mitigation, adaptation, metrics, technology, education and finance, all with the common goal of integrating climate change policy according to the long-term competitiveness of the country and the strategy of sustainable development. In this strategy the key sectors in which the country must work on adaptation and

1 Units include private, freight, public vehicles and motorcycles

mitigation, to advance the desired transformations as expected.

Besides six working axes are identified, four of them which are considered as instrumental axes to achieve the goals defined in the axes of mitigation and adaptation. Figure 1 explains the relationship:

In August 2013, “an operational framework for the development of public policies to mitigate and adapt to climate change” was presented to the Legislature, a proposed Framework Law on Climate Change. This adds to the strategy of REDD + and the Interagency Commission, where various institutions are involved to achieve synergies around strategic actions envisaged in these initiatives.

It is important to point out that one of the most important commitments of this country is to reach carbon neutrality by 2021, therefore it requires a national effort to achieve that goal.

Therefore, in 2012 the Domestic Voluntary Carbon Market was created, allowing the generation and sale of carbon credits.

### Programs containing measures to mitigate climate change

According to the ENCC, there are eight key sectors at national level on the issue of mitigation: energy, transportation, agricultural, industrial, solid waste, tourism, water and changes in land use, and the National Climate Change Plan is included in three sub-themes:

- Reducing emissions of greenhouse gases (GHGs).
- Capture and storage of CO<sub>2</sub>.
- Development of a domestic carbon market.

With the Carbon Neutrality Country Program capacities in

national organizations develop, the consistency and quality of inventory data is secured and reporting mechanisms, measurement and verification is provided for consumers and users in general.

Within the framework of the National Plan on Climate Change (NPCC), the main project is the consolidation of the Voluntary Carbon Domestic Market of Costa Rica.

In addition, the Reducing of Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD +) is part of a set of programs from MINAE in response to the National Development Plan and is linked to the National Climate Change Strategy, the National Forest Plan and Biodiversity Strategy.

The REDD + strategy has identified the following strategies to be implemented, based on the framework of the five REDD + activities that have been defined in the UNFCCC:

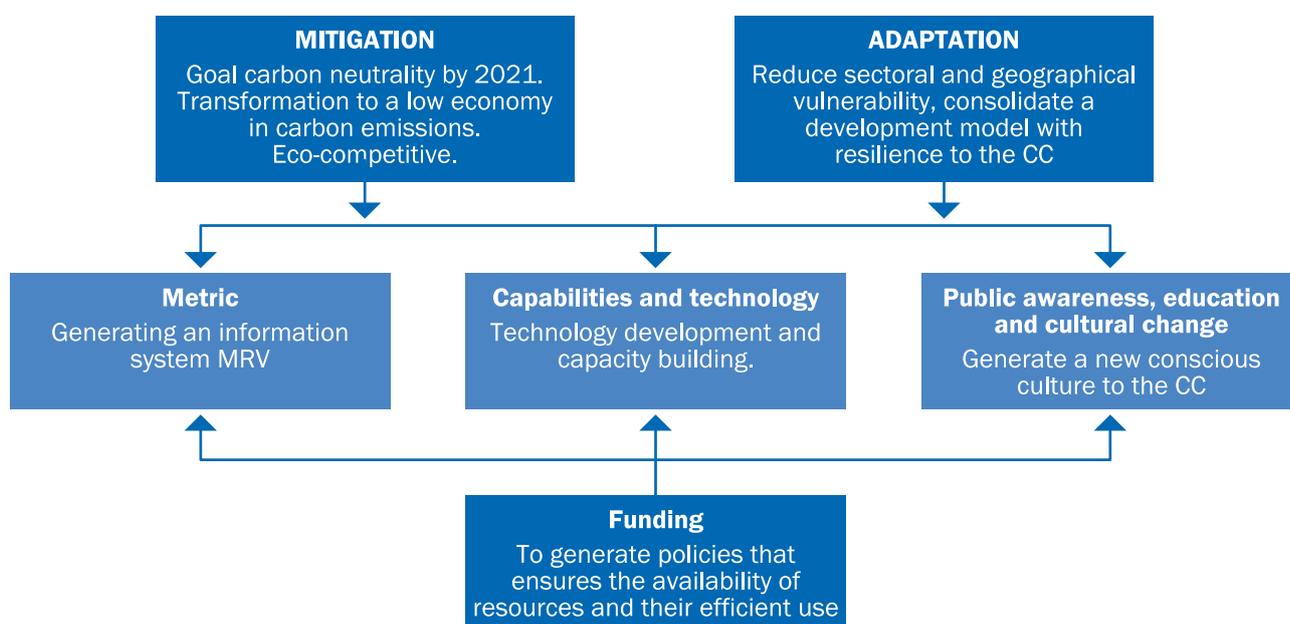


FIGURE 1. Axes of the National Climate Change Strategy.

- Integrating carbon capture in national parks and biological reserves to the REDD + Strategy.
- Maintaining and expanding the coverage of the program of Payments for Environmental Services.
- Increasing carbon sequestration through natural regeneration and establishment of forest plantations to produce raw material for domestic consumption, devoid of forest land.
- Promoting the replacement of products with high carbon print with sustainable natural forest timber in primary, secondary and reforestation
- Strengthening the management of SINAC to control illegal logging and forest fires
- Strengthening the management audit of the National Board of Agricultural Engineers.
- Creating fresh, predictable and long-term funding for the implementation of REDD +
- Coordinating the initiative of Cadastre and special Land Regularization; including indigenous lands to achieve the delimitation of the 24 indigenous territories.

In the energy sector three areas were chosen to achieve compliance with the objectives of the ENCC: Energy efficiency, clean energy generation and education and information. In the Energy efficiency area the Institutional Environmental Management Programs stand out, focused on state institutions; Business Program

Eco-Efficiency, aimed at promoting environmental management actions at the level of private and public enterprise; and the Seal of Energy Efficiency "Energize". In the clean energy generation has the Distributed Generation Program and Biogas Project.

The great challenge for the country in regards to energy is the transportation sector, leading emitter with 31% of the national emissions, which is why an analysis of the National Development Plan was conducted and with the National Transportation Plan, concluded that actions were possible to implement. In this regard, the Department of Climate Change (DCC) also has a project to develop a road map of how the country can incorporate clean technology in public transportation.

Another priority sector in regards to mitigation is agricultural sector. This sector is focused in three productive activities: coffee, livestock, and sugarcane. It also has a wide program of family farms, where mitigation actions are implemented. However, the main emissions from this sector are produced in the cattle activity, being the main source of methane in the country. The second major source of nitrogen oxides emissions are from fertilizer application. Currently it has NAMAs in the coffee sector and livestock.

In addition, the industry developed in 2009 an Industrial Strategy on Climate Change. The strategy outlines five strategic guidelines, aligned with the ENCC. In the mitigation guideline, the industry, states the following:

- Promote the development of energy efficiency programs in the sector.
- Develop programs to incorporate renewable energy sector, partially or totally replacing sources of emissions of greenhouse gases (GHGs).
- Bring about efforts towards electricity production from renewable sources, with an expansion of the options available and decentralized generation.
- Programs fixing emission of greenhouse gases (GHG) with scientific and technological support for compensation with long-term vision.
- Promote the tradability of carbon, as a market measure to promote initiatives to reduce emissions by implementing energy efficiency or renewable energies.
- Bring about the development of comprehensive support programs for reducing emissions and share experiences to help in decision-making in the sector.

### Programs containing measures to facilitate adequate adaptation to climate change

Costa Rica has made numerous efforts to develop studies to determine base line analysis and above all, to identify concrete actions to promote adaptation measures to climate change.

At a national level, seven priority areas for adaptation to climate change have been identified:

water, energy, infrastructure, health, fisheries and coastal areas, biodiversity, agriculture. The sectors that show the best advances in design and implementation of efforts to adapt to climate change in Costa Rica, are water, agriculture, biodiversity and energy.

In the water sector, the risk of the water system of Costa Rica was analyzed, to see the impact of extreme weather events related to global warming. This information is valuable for decision-making, in order to reduce risk and vulnerability in communities, and contribute to a future vision of production and the use of resources in a sustainable manner and always applying it to integral human development.

Regarding the risk of the water system, the results are shown in Figure 2, in the case of extreme dry scenarios, at the provinces of Guanacaste and Puntarenas are at higher risk, while Heredia is at a lower risk because of its low vulnerability.

In the case of extremely rainy scenarios, at a province level, Limón and Puntarenas have a higher risk, while Cartago is the least vulnerable. The risk for extreme rainy events is closely related to the vulnerability of the provinces, increased vulnerability means increased risk and vice versa (Figure 3).

Food security is analyzed from a mainly agro-climatic perspective, focused on the production of basic grains (corn, rice and beans) and without reference to nutritional component as proposed by Food Security policy

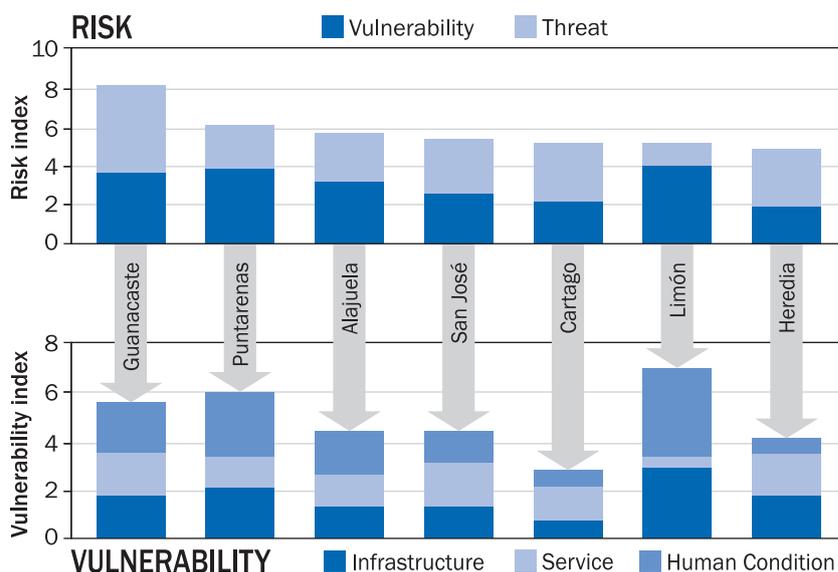


FIGURE 2. Components of climate risk by province (extreme dry event).

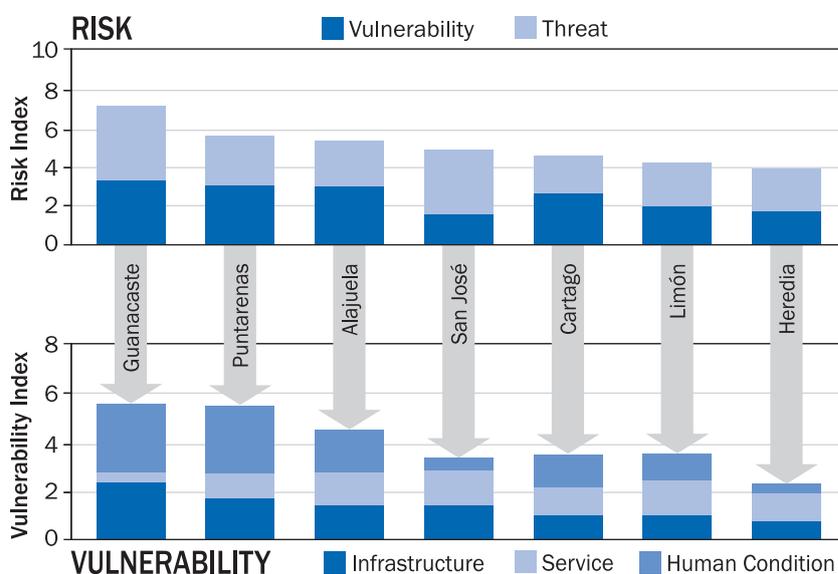


FIGURE 3. Components of climate risk by province (rainy extreme event).

(MOH, 2011). Therefore, it does not focus on the population group that suffers food insecurity and malnutrition, but in agricultural and climatic situation of the production of those foods considered staples in the traditional diet of Costa Rica.

Current climate threat is based on climate variability

mainly referred to the two phases of ENSO (El Niño and La Niña). Records held about the effect of ENSO on the climate of the country, averaging a coherent scenario with future climate projections. Thus, El Niño and La Niña have become exceptional to implement plans acting like a real laboratory. The belief is: if the agricultural

sector has achieved adaptation to current climate variability, they are taking the first steps organized to adapt to future climate change, which in some areas of the country could be translated as the constant presence of an ENSO condition.

During El Niño there is a high probability that weather conditions tend to dry scenarios, mostly in the Pacific slope and the Central region, while in the Caribbean there will be a tendency to rain. During this type of extreme events rice and corn production decrease while bean production increases when compared to historical averages, the Caribbean region reported losses. More than a dozen cities are at high risk of being harmed by the impact of drought in relation to agricultural and economic loss that occurs.

During the years that La Niña is present there is a high probability that rainy scenarios are generated mainly in the North Pacific of the country, while to the Caribbean conditions may be drier. During these events, the low production of rice and corn tend to increase in all regions except the Caribbean where it diminishes. In the case of bean production it tends to decrease, with the exception of the Northern Zone. The towns which are more affected are the bean producing towns, located mainly in the Pacific coast and north of the country.

With regard to energy security, increases in temperature caused by climate change affect both consumption and production of electricity.

Nine rivers with possible use for hydropower generation were analyzed according to the scenarios of future climate change:

- Reventazón
- Pacuare
- Parrita
- Naranjo
- Térraba
- Savegre
- San Carlos
- Sixaola
- Matina

In all rivers, the susceptibility to erosion, landslides and avalanches was assessed, which had increased because of increased rainfall due to climate change.

The Reventazón, Pacuare, Parrita, San Carlos, Sixaola and Matina rivers, are unsafe due to erosion and landslides, while the Terraba, Savegre and Naranjo rivers, will be less affected by these events.

It is essential to establish a land use plan for rivers, with particular emphasis in its upper and middle sections in order to prioritize the restoration of forests in areas suitable for forestry, the protection of existing forest areas and the stabilization of the various sites where active landslides occur.

In the case of wind energy it was found that when the El Niño phenomenon was present, there was an increase in wind generation in the months of January, July, August, September and October. On an annual basis when El Niño was present, 6% more power generation was obtained.

Therefore, one measure to consider is the proper design of

dams and sediment removal systems, since otherwise the availability of hydroelectric plants may be affected due to increased runoff, which could reduce the reliability of the generation system.

### *Ongoing initiatives*

The main initiatives in adaptation are related to Network climate observation and monitoring of climate change: the operation of six monitoring stations climate change and the database MAGMIDEPLAN that collects and organizes information impact of natural phenomena of different types, social and economic structure of the country in the period from 1988 to date. The results of these actions demonstrate the enormous usefulness of this information for analysis and climate risk management in different productive and social sectors.

Guanacaste Water Program (PAP), is presented as one of the most ambitious projects in the fight against drought to ensure water supply during extreme dry years, through the creation of a regulatory reservoir. This measure would allow the driest part of the country having one of the best tools for adaptation to climate variability and therefore assume a more responsible and organized way, the country's strategy for adapting to climate change.

Guanacaste Water Program (PAP) is a country project born as an initiative of the Costa Rican Government to provide a comprehensive response to the problem of water in this region. Under a model

of integrated management of water resources, the PapG intended as a trigger for rural development, presents a shared vision of social, economic and environmental development of Guanacaste from the waters of the Water System Arenal - DRAT - Tempisque. This model has the potential to change the water map and the vision of territorial development in the coming decades, increasing the chances of resource use for power generation, irrigation, fisheries, water, tourism, water sports, fishing, landscaping recovery the ecological flow of Tempisque river watershed and aquifer.

The development of PapG has enormous significance for the social, institutional, economic and environmental development of Guanacaste, in the present and in the coming decades. As to the process of adaptation is concerned, the PapG offers a real significant solution during dry years associated with the presence of El Niño. The impact of drought on agricultural production in the area should be reduced considerably, as to improve water supply for crops and livestock; the risk of loss should decrease and technology management and water efficiency should increase.

### Information relevant to the achievement of the objective of the Convention

#### Transfer of technology

The process of evaluating new technologies led to the

development of the Strategy Carbon Neutrality (C-Neutral) for 2021 as a development strategy, acceleration and technology transfer in two major areas: the mitigation of gases due to the greenhouse effect (GHG) and adaptation to the consequences of climate change.

Two technologies of mitigation were determined: The integration of public transportation and Decongesting, Conservation and electrical efficiency. And a technology with an impact in both, mitigation and adaptation: Sustainable Farming.

In the area of adaptation Adaptive Co-Management of Watersheds and Meteorological Detailed Scenarios were prioritized.

#### Systematic Observation

To maintain a systematic monitoring, Costa Rica has strengthened its climate observing capabilities and currently has 12 information networks:

- Synoptic Weather Network
- Aeronautical Weather Network
- Agricultural Weather Network
- Hydrological Network
- Air Pollution Network
- Marine Meteorological Network
- Shock Network
- Urban Rainfall Network
- Climatological Network
- River Status Network
- Satellite Image Reception Network
- Climate Change Network

In recent years, Network Monitoring Climate Change was

installed in six strategic areas of the country that provide specific data and information to specialized instruments.

#### Education and awareness

It is clear that education, awareness and cultural change are processes that national policies must accompany the National Strategy and Action Plan on Climate Change. Only through structured and well executed programs, communities can feel empowered and are able to adopt and implement adaptation measures and recommended mitigation.

Therefore they have done different actions on education and awareness on the issue, such as: climate change firmware, radio broadcast, film and television; lectures and training for teachers, farmers, local governments and the general public in addition to written and electronic outreach materials being developed.

Although there have been occasional efforts, it is imperative the need to create a National Strategy for Education and Development Communication on Climate Change, which achieves integrate all efforts and guide the way for the cycle to generate reflection and social transformation requiring the processes of change in the daily practices and interpretation of reality. The articulation of strategic communication processes allows a change in the system and effectiveness in the implementation of measures to promote adaptation and mitigation of climate change.



# CAPÍTULO 1

## CONTEXTO NACIONAL

### 1.1 Estructura de gobierno

Costa Rica se destaca entre las naciones del mundo por su sistema democrático.

La Constitución que actualmente nos rige fue decretada el 9 de noviembre de 1949, la misma establece la República con una división del Gobierno en tres poderes distintos e independientes. La elección del presidente, vicepresidente, los diputados, alcaldes y síndicos se realiza cada cuatro años, siendo el ente encargado de la fiscalización del proceso electoral el Tribunal Supremo de Elecciones.

El sistema de Gobierno democrático está constituido por tres poderes:

- El Poder Ejecutivo: formado por el Presidente de la República, los Vicepresidentes y los Ministros de Gobierno.
- El Poder Legislativo: está constituido por la Asamblea Legislativa, la cual está compuesta por 57 diputados designados por cuatro años,

como representantes de las 7 provincias en que está dividido el país. Son elegidos el mismo día de las votaciones presidenciales.

- El Poder Judicial: conformado por la Corte Suprema de Justicia, como Tribunal Supremo del Poder Judicial, está integrada por 22 magistrados, elegidos por la Asamblea Legislativa por un período de 8 años.

### 1.2 Perfil geográfico

La República de Costa Rica tiene una extensión continental de 51.100 km<sup>2</sup> y de 640.000 km<sup>2</sup> si se incluyen los mares territorial y patrimonial (589.682 km<sup>2</sup>), y el territorio insular de la Isla del Coco, ubicado a 550 km del país, en el Océano Pacífico.

Se localiza en Centroamérica, limitando al Norte con Nicaragua, al Este con el Mar Caribe, al Sudeste con Panamá y por el Sudoeste y Oeste con el Océano Pacífico.

El territorio costarricense pertenece a las tierras más jóvenes del planeta, se ubica en la zona de convergencia de las placas de Cocos y Caribe y la microplaca de Panamá; debido a esta situación el territorio presenta un amplio sistema de fallas tectónicas, lo que explica por qué el país experimenta una intensa actividad tectónica que se traduce en constantes sismos y terremotos, así como erupciones volcánicas.

Costa Rica es un país eminentemente montañoso, el cual se orienta según un eje noroeste-sureste dibujado por las cordilleras de Guanacaste, Tilarán, Central y de Talamanca. Estas cadenas montañosas progresan en altitud de norte a sur y es en Talamanca donde culminan las cimas más altas que son el cerro Chirripó 3.879 msnm y el cerro Kamuk 3.564 msnm (Bergoing, 1998).

La presencia de una alta variabilidad de material parental, distribuido en un relieve heterogéneo y sometido a la acción de condiciones climáticas y biológicas muy variables, ha originado en

el territorio costarricense en un tiempo relativamente corto, una manifiesta diversidad de suelos.

De los órdenes de suelos establecidos por la Taxonomía de Suelos, son de importancia agronómica en el país cuatro órdenes, que pueden agruparse de la siguiente manera: Vertisoles, Andisoles, Alfisoles, Ultisoles e Inceptisoles.<sup>1</sup>

Con respecto a los recursos hídricos, el país cuenta con 34 cuencas hidrográficas, cuyo ordenamiento está muy relacionado con la conformación montañosa del país. Se agrupan en dos vertientes principales: la de los ríos que drenan directamente en el océano Pacífico y los que van al Mar Caribe, en esta última se reconocen dos grupos de ríos, los afluentes del río San Juan y los que drenan directamente en el Mar Caribe.

Por la cercanía del sistema montañoso al litoral del Pacífico, los ríos de esta vertiente son cortos, torrentosos y con pendientes pronunciadas (3% en promedio), además algunos de ellos recorren fallas tectónicas que observamos como profundos cañones. Los ríos del Pacífico Norte y Central pueden verse afectados por la prolongada estación seca, sin embargo, en época de máximas lluvias algunos se desbordan e inundan sus cuencas; principalmente el Tempisque (cuenca inferior) y el Parrita. Los ríos de la vertiente del Pacífico cubren el 53% de la

superficie del país; aquí se ubican las dos cuencas hidrográficas más grandes del país, constituidas por los ríos Tempisque - Bebedero y Grande de Térraba. Los ríos de la vertiente del Caribe y de la subvertiente Norte nacen en el eje montañoso central y drenan extensas llanuras, por eso son más largos y con menor pendiente (2,3% en promedio), gracias a que reciben más agua por las abundantes lluvias de la zona son más caudalosos. La vertiente del Caribe y la subvertiente Norte ocupan el 46% del territorio nacional.<sup>2</sup>

### 1.3 Perfil Climático

El territorio costarricense se localiza dentro de la región tropical, se caracteriza por tener una gran variedad de climas, que han dado lugar a 12 distintas zonas de vida ecológicas o bioclimas.

El clima en general es tropical húmedo, con abundantes lluvias en las costas caribeñas y las tierras bajas.

Debido a sus factores geográficos, atmosféricos y oceánicos, el país se ha regionalizado climáticamente en siete grandes regiones climáticas: Pacífico Norte, Pacífico Central, Pacífico Sur, Región Central, Zona Norte, Región Caribe Norte y Región Caribe Sur.

En términos generales, se presentan dos regímenes climáticos, Pacífico y Caribe. El régimen Pacífico se caracteriza por poseer

una época seca, que se extiende de diciembre hasta marzo, siendo abril el mes de transición y marzo el más cálido y seco, el inicio de la época lluviosa se da en mayo y termina en octubre, siendo noviembre el mes de transición. Entre los meses de julio y agosto se presenta una disminución de las lluvias (veranillo o canícula), época en que se intensifican los vientos alisios. Los meses más lluviosos son setiembre y octubre debido a la influencia de los sistemas ciclónicos, los vientos Monzones y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI).

El régimen Caribe no presenta una época seca definida, en las zonas costeras se presentan dos períodos relativamente secos, el primero entre febrero y marzo y el segundo entre setiembre y octubre. Se presentan dos períodos lluviosos intercalados entre los secos, el primero va de noviembre a enero y es el período máximo de lluvias, el segundo se extiende de mayo a agosto. El mes más lluvioso es diciembre, el cual está influenciado por los efectos de los frentes fríos provenientes del Hemisferio Norte (IMN, 2008).

En el cuadro 1.1 se muestran los valores climáticos promedio por Región Climática.

Según estudios del IMN, los eventos meteorológicos más frecuentes y que producen eventos extremos son: depresiones tropicales, tormentas tropicales, huracanes, ondas tropicales, sistemas de baja presión, vaguadas y frentes fríos. Cualquiera de estos fenómenos de carácter intenso puede provocar inundaciones.

1 Asociación Costarricense de Ciencias del Suelo, MAG [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/suelos-cr.html](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/suelos-cr.html)

2 [http://www.didacticamultimediacr.com/Libros/estudios7/CA-RACTERISTICAS\\_FISICO\\_GEOGRAFICAS.pdf](http://www.didacticamultimediacr.com/Libros/estudios7/CA-RACTERISTICAS_FISICO_GEOGRAFICAS.pdf)

CUADRO 1.1  
Promedios anuales de diversas variables de las Regiones climáticas de Costa Rica

Parámetro	Regiones climáticas						
	Caribe Norte	Caribe Sur	Valle Central	Pacífico Norte	Pacífico Central	Pacífico Sur	Zona Norte
Lluvia (mm)	3.722	2.972	2.077	1.888	3.827	3.650	3.056
Días con lluvia	239	224	182	140	193	223	222
Temperatura máxima (°C)	30	31	26	33	31	30	29
Temperatura mínima (°C)	17	22	17	23	23	22	20
Temperatura media (°C)	21	25	21	27	26	25	24

Fuente. Base de Datos IMN.

La variabilidad climática de Costa Rica se relaciona con el fenómeno ENOS, El Niño Oscilación Sur, de manera general la señal del Niño es más clara que la de la Niña. Durante el Niño existe mayor probabilidad de que toda la vertiente Pacífica y región Central experimenten condiciones de secas a secas extremas, mientras en el Caribe existe una mayor probabilidad de escenarios lluviosos extremos. Durante La Niña, los escenarios lluviosos extremos tienen más probabilidad de ocurrir en la vertiente Pacífica, la región Central y Zona Norte, mientras que el Caribe tiene mayores probabilidades de escenarios deficitarios (IMN, 2008).

## 1.4 Perfil demográfico

El país alcanzó una población de 4.563.539 habitantes al 2010. Este ritmo de crecimiento se mantiene para el 2020, donde se espera que la población alcance los 5.084.218. El crecimiento de la población decrece ligeramente para los siguientes dos quinquenios (2025-2030), ubicándose en 5.339.301 habitantes para el

2025, mientras que para el 2030 se proyecta que el país alcance una población de 5.563.189 personas. Este crecimiento poblacional implica una tasa de crecimiento anual del 1,27% (PRODUS, 2010).

La mayor parte de la población del país se concentra en la Gran Área Metropolitana, zona eminentemente urbana e industrial.

El tamaño de la población extranjera es difícil de estimar, se considera que una proporción importante pero no cuantificable entra sin documentos por lugares diferentes a los puestos migratorios.

El cuadro 1.2 resume la información demográfica, para el período 2005-2010.

## 1.5 Perfil social

### 1.5.1 Educación

Desde 1870 en Costa Rica la escuela primaria ha sido gratuita y obligatoria. Para disponer de suficientes recursos y financiar el objetivo nacional tan ambicioso de garantizar un acceso universal a educación de calidad, el gobierno por constitución está requerido a asignar al menos un 8% del PIB

del país de su presupuesto anual, en programas de educación.

La tasa neta de escolaridad ha aumentado de un 99,2% en 1999 a un 100% en el año 2010, mientras que para la educación secundaria pasó del 51,4% en 1999 al 72,8% en 2010.

La calidad de la educación en Costa Rica es la más alta en América Latina y ocupa el lugar 21 del mundo.<sup>3</sup>

Actualmente Costa Rica cuenta con 59 universidades, cinco de las cuales son públicas y el resto de carácter privado. El Ministerio de Educación a través del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) supervisa todas ellas.

### 1.5.2 Salud

El sector salud costarricense está formado básicamente por tres instituciones principales: la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), y el Ministerio de Salud (MinSalud). Este último

3 CINDE. 2012. Educación en Costa Rica

CUADRO 1.2.  
Indicadores demográficos para Costa Rica Período 2005-2010

Demografía	Año					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Población Total	4.263.479	4.326.071	4.389.139	4.451.205	4.509.290	4.563.539
Hombres	2.164.807	2.196.093	2.227.538	2.258.500	2.287.405	2.314.293
Mujeres	2.098.672	2.129.978	2.161.601	2.192.705	2.221.885	2.249.246
Densidad de población (hab./km <sup>2</sup> )	83,4	84,7	85,9	87,1	88,2	89,3
Tasa bruta de natalidad (por 1000 habitantes)	17,2	16,8	16,5	16,9	16,6	15,5
Tasa bruta de mortalidad (por 1000 habitantes)	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,2
Tasa de mortalidad infantil (por mil nacidos vivos)	9,8	9,7	10,0	9,0	8,8	9,5
Esperanza de vida al nacer (años)	79,1	79,0	79,1	79,1	79,2	79,0

Fuente. Décimo Séptimo Informe Estado de la Nación, 2011.

tiene la responsabilidad de ejercer la rectoría de las acciones en salud, planificando, vigilando y controlando el accionar de las instituciones públicas y privadas en materia de salud.

El Ministerio de Salud ha desarrollado el marco conceptual de la Producción Social de la Salud, ya que la gestión de determinantes se asocia con diferentes sectores entre los que está el cambio climático. Con el fin de posicionar la salud en la agenda nacional de desarrollo y en las estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático, se requiere fortalecer las capacidades para el ejercicio efectivo de la rectoría en Salud.

### 1.5.3 Acceso a servicios

#### 1.5.3.1 AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

En Costa Rica entre los operadores de servicios de agua está el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en su carácter de rector del agua potable y del alcantarillado sanitario; la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH); las Asociaciones Administradoras del Acueducto y Alcantarillado Sanitario (ASADAS); y algunas asociaciones privadas menores que operan acueductos o sistemas individuales (normalmente pozos o nacientes).

Del año 2005 al 2010 hubo un incremento mayor al 5% de la

cobertura de agua potable para consumo humano, este incremento evidencia los esfuerzos nacionales para prevenir enfermedades y mantener una población saludable, potenciando con ello el desarrollo nacional, colocando a Costa Rica en la posición número uno a nivel de América Latina en la cobertura de agua potable.

En el cuadro 1.3 se muestran los datos de cobertura de agua (en porcentaje de la población cubierta) para el período 2005-2010

En lo que corresponde al saneamiento, según la encuesta nacional de Hogares de Costa Rica (INEC, 2010), el 24,1% de la población cuenta con alcantarillado o cloaca, el 72,3% utiliza tanque

CUADRO 1.3  
Porcentajes de Cobertura de agua para el período 2005-2010

Porcentaje/ Años	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Población cubierta con agua para consumo humano	93,4	84,2	94,4	95,6	98,0	98,7
Población cubierta con agua potable	84,4	82,7	83,5	83,8	87,4	89,5

Fuente. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Indicadores Básicos de Costa Rica 2005-2010.

séptico, el 0,5% otro sistema y el 3,1% utiliza pozo negro o letrina. La meta para el año 2015 es eliminar el porcentaje que utiliza letrina o pozo negro, de manera que cada hogar tenga un tratamiento a través de una red de alcantarillado o un tratamiento individual. Otra de las metas para el año 2015, es pasar de una cobertura de 3,6% con tratamiento de aguas residuales luego del alcantarillado sanitario a un 28%.<sup>4</sup>

### 1.5.3.2. ELECTRICIDAD

La cobertura eléctrica para el año 2010 alcanzaba el 99,1% de la población (cuadro 1.4). Los generadores con mayor participación son: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), las Cooperativas (Coopelesca, Coopeguanacaste, Coopesantos, y CoopeAlfaro Ruiz, entre las empresas municipales están la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC).

### 1.5.4 Desempleo

En el cuadro 1.5 se observa un deterioro en el sector laboral para los años 2009-2010 con respecto a los dos años anteriores, la tasa de desempleo abierto aumentó en 3,5% en el año 2009 con respecto al año anterior, esto debido a los efectos de la crisis generalizada.

4 Décimo tercer informe Estado de la Nación. 2010. Sector Agua potable y Saneamiento

CUADRO 1.4  
Porcentaje de población cubierta por el servicio eléctrico

Porcentaje/ Años	2006	2007	2008	2009	2010
Población cubierta por el servicio eléctrico	98,4	98,6	99,0	99,1	99,1

Fuente. Décimo Séptimo Informe Estado de la Nación. Compendio Estadístico, 2011.

CUADRO 1.5  
Tasa de desempleo abierto por zona 2005-2010 (porcentaje)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total país	6,6	6,0	4,6	4,9	8,4	7,3
Zona Urbana	6,9	6,0	4,8	4,8	8,5	7,1
Zona Rural	6,2	5,8	4,3	5,1	8,1	7,6

Fuentes. CEPAL, sobre la base de cifras de la Dirección General de Estadística y Censos, MIDEPLAN.

Sin embargo, para el año 2010 hubo un pequeño repunte disminuyendo el desempleo en un 1,1%.

### 1.5.5 Pobreza

En términos generales la pobreza y extrema pobreza es mayor en las zonas rurales, debido a la falta de oportunidades y fuentes de trabajo. La incidencia de la pobreza se ha mantenido estancada desde 2005; en el 2010 el porcentaje de hogares a nivel nacional

que no son capaces de satisfacer sus necesidades básicas, se estima en 21,3%, presentado un aumento de casi 2% con respecto al año anterior. Para ese mismo año un 6,0% de la población se encontraba en condiciones de pobreza extrema. La pobreza en las zonas rurales para el 2010 se situó en 26,3%, muy superior a la del 2005 (19,2%), siendo la más alta en los últimos 6 años, la misma situación se presenta en los datos de pobreza extrema (cuadro 1.6).

CUADRO 1.6  
Evolución de la pobreza en Costa Rica. Período 2005-2010

Porcentaje	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Pobreza	Porcentaje					
Nacional	21,2	20,2	16,7	17,7	18,5	21,3
Urbana	18,7	18,3	15,7	16,9	18,0	18,3
Rural	24,9	23,0	18,3	18,7	19,2	26,3
Extrema pobreza	Porcentaje					
Nacional	5,6	5,3	3,3	3,5	4,2	6,0
Urbana	4,5	4,3	2,7	2,6	3,4	4,2
Rural	7,1	6,8	4,3	4,6	5,3	9,0

Fuente. CEPAL, 2011.

## 1.6 Perfil económico

En el año 2010, los sectores que más contribuyeron a la economía fueron la industria, el transporte (incluye almacenaje y telecomunicaciones) y el comercio.

Cabe resaltar la disminución en el aporte del sector industrial de 2,1% entre 2005 y 2010, al igual que en el sector comercio y transporte que también redujeron su aporte en relación con años anteriores. El sector construcción ha tenido una disminución desde el 2008, esto debido a la crisis financiera internacional.

En el cuadro 1.7 se muestran las principales actividades económicas desarrolladas en el país y su contribución al PIB.

La mayoría de los sectores productivos experimentaron una reactivación en 2010, luego de la crisis financiera global del 2009, sin embargo, al comparar el crecimiento promedio alcanzado en los años 2009-2010 con el crecimiento de largo plazo de las diferentes actividades productivas, se observa que entre los sectores que se contrajeron por dicha crisis, el comercio y la agricultura registran una tasa de expansión superior a la del largo plazo.

Los servicios presentaron una expansión generalizada, donde sobresale el transporte, almacenamiento y comunicaciones (15,6%), alentado por la mayor demanda de servicios vinculados al comercio exterior y a las comunicaciones. Sin embargo, la actividad del comercio, los restaurantes y los hoteles disminuyó a un 15,2%, principalmente

debido al debilitamiento del sector turismo.

En general, los sectores primario y secundario del país han perdido participación dentro de la economía (PIB) luego de la reciente crisis, en contraposición

con el sector terciario o de servicios, el cual ha incrementado su importancia en el período analizado, especialmente los servicios empresariales internacionales, los servicios de transporte y comunicaciones, y en menor medida los

CUADRO 1.7  
Contribución al crecimiento de la economía según sectores económicos.  
Producto Interno Bruto por sector a precios constantes

Sector / Porcentaje	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Producto interno bruto a precios de mercado	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Menos: Impuestos sobre los productos y las importaciones (netos de subvenciones)	8,6	8,4	8,8	8,9	8,6	8,7
Producto interno bruto a precios básicos	91,4	91,6	91,2	91,1	91,4	91,3
<b>Sector Primario</b>	<b>9,7</b>	<b>10,0</b>	<b>9,8</b>	<b>9,2</b>	<b>9,1</b>	<b>9,2</b>
Agricultura, silvicultura y pesca	9,7	10,0	9,8	9,2	9,1	9,2
<b>Sector Secundario</b>	<b>26,9</b>	<b>27,7</b>	<b>27,9</b>	<b>27,0</b>	<b>26,2</b>	<b>25,6</b>
Extracción de minas y canteras	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Industria manufacturera	23,2	23,6	23,4	21,9	21,3	21,1
Construcción	3,6	4,0	4,4	5,0	4,9	4,4
<b>Sector Terciario</b>	<b>58,1</b>	<b>57,2</b>	<b>56,8</b>	<b>58,4</b>	<b>59,9</b>	<b>60,1</b>
<b>Servicios básicos</b>	<b>16,5</b>	<b>16,7</b>	<b>16,8</b>	<b>17,3</b>	<b>18,1</b>	<b>18,3</b>
Electricidad y agua	2,9	2,9	2,7	2,6	2,7	2,7
Transporte, almacenaje y comunicaciones	13,6	13,8	14,1	14,7	15,3	15,6
<b>Comercio</b>	<b>26,0</b>	<b>25,3</b>	<b>25,1</b>	<b>25,6</b>	<b>25,3</b>	<b>24,9</b>
Comercio, restaurantes y hoteles	16,8	16,2	16,0	16,1	15,3	15,2
Servicios financieros y seguros	4,6	4,7	4,8	5,1	5,4	5,3
Actividades inmobiliarias	4,6	4,4	4,3	4,4	4,5	4,4
<b>Otros</b>	<b>15,5</b>	<b>15,2</b>	<b>14,8</b>	<b>15,4</b>	<b>16,5</b>	<b>16,9</b>
Otros servicios prestados a empresas	3,6	3,9	4,1	4,4	4,9	5,4
Servicios de administración pública	2,2	2,0	1,9	1,9	2,0	2,0
Servicios comunales, sociales y personales	9,8	9,2	8,9	9,0	9,6	9,5
Menos: servicios de intermediación financiera medidos indirectamente( SIFMI)	3,2	3,3	3,3	3,5	3,8	3,6

Fuente. Elaboración propia con datos del BCCR.

servicios financieros y de seguros. Estos dos últimos impulsados por la apertura del mercado de telecomunicaciones y el mercado de seguros.

En 2010 el PIB real de Costa Rica creció solamente 0,1%. Esta recuperación está sustentada en el dinamismo de las exportaciones y la expansión moderada del consumo y de la inversión bruta (CEPAL, 2011).

### 1.6.1 Energía

El consumo final total de energía en el 2010 fue de 152 863 TJ. La fuente de energía más importante la constituyeron los derivados de petróleo, que representaron 56,9% del consumo total, seguidos de la biomasa con 21,2% y la electricidad con 20,2%. Los sectores de mayor participación son el transporte que representa el 46,0% del consumo de energía total, el industrial con 24,9 % y el residencial con 17,8%.

En el 2010 ingresó a los centros de transformación un total 100 451 TJ, de estos 93 239 TJ fueron energía primaria y 7 213 TJ energía secundaria. Como resultado se produjeron 56 461 TJ de energía secundaria. En relación con el 2009 el total procesado aumentó 10,7%, la energía primaria un 8,8% y la secundaria un 43,4%. El aumento de la energía secundaria transformada se debe a la mayor generación eléctrica con combustibles fósiles. La energía secundaria producida en los centros de transformación aumentó 14,4% (DSE, 2012).

Las fuentes de energía utilizadas en el año 2010 para la generación de electricidad fueron: 76,4% hidráulica, 12,4% geotérmica, 6,7% térmica, 3,8% eólica y 0,7% biomasa. La mayor parte de la electricidad del país se genera a partir de fuentes limpias, en este sentido es líder en la región centroamericana. El consumo de energía eléctrica en el país ha venido creciendo en 3% en los últimos 2 años, el promedio de consumo de electricidad residencial ha disminuido paulatinamente desde el 2007 al 2010, mientras que el consumo industrial creció a niveles de los años 2007 y 2008. Este es un indicador que, por un lado denota los esfuerzos de la población en bajar el consumo de electricidad, pero por otro debe ser una señal de alerta para el sector industrial del país.

Con respecto a la capacidad instalada, se han desarrollado esfuerzos por mantener el aumento de la capacidad del sistema interconectado nacional para la generación de electricidad, en promedio del año 2000 al 2010 el aumento ha sido de un 4,5%, mientras que la demanda ha crecido en promedio un 3%, con una disminución en el año 2009, debido a la crisis económica mundial.<sup>5</sup>

### 1.6.2 Transporte

El consumo del sector transporte creció un 3,0% respecto al 2009, cercano al promedio de los últimos cinco años (3,1% anual), indicativo de la normalización de

la actividad después de la recesión económica del 2009.

Del consumo de combustibles, las gasolinas y el diesel representaron un 72,4% de las fuentes de energía secundarias que se utilizan en el país. Un 85,0% de ese combustible se usó en el transporte terrestre, donde la actividad de mayor consumo de combustible es el transporte privado con un 44,5% (incluye vehículos, microbús familiar y motos), la cual es responsable de la mayoría del consumo de gasolinas. El transporte de carga ocupa el segundo lugar en importancia, con un 32,9% y se abastece en su mayoría de diesel. El transporte público utiliza el 11,5% (incluye buses, microbuses y taxis), el equipo especial consume el 5,8%, otros el 1,04%, el transporte marítimo el 0,13% y el ferrocarril el 0,07% (DSE, 2012).

El parque vehicular para el año 2010 contabilizó un total de 1.369.274 unidades<sup>6</sup>, que corresponde a 1.062.514 vehículos a gasolina y 306.760 vehículos a diesel (DSE, 2011), un 7% más que el año anterior.

### 1.6.3 Industria y Construcción

El sector industrial costarricense presentó en los últimos cinco años una tasa promedio de crecimiento del 7%, para el año 2009. Al igual que otros sectores económicos se presentó una disminución del 8% con respecto al año anterior, sin embargo, para el año 2010 este sector se recuperó

5 Datos de CEPAL, 2011

6 Unidades incluyen vehículos particulares, carga, público y motos

en un 6%. Dicho crecimiento le ha permitido consolidarse como el principal sector en el aporte al PIB, con una participación que en los últimos años ronda el 21%.<sup>7</sup>

Para el año 2010, el 74,5% de las exportaciones costarricense corresponden al sector industrial. Este hecho se explica fundamentalmente por el crecimiento de subsectores como muebles y aparatos de alumbrado (87%), el caucho (27,8%), alimentaria (17,4%), plástico (16,1%), equipo de precisión y médico (14,5%), los cuales contrarrestan la caída en subsectores tales como química (-3,4%), eléctrica y electrónica (-3,2%), y textiles, cuero y calzado (-1,5%).

En lo que corresponde a la cantidad de metros cuadrados de construcción, este sector para el período 2005-2008 antes de la crisis venía en aumento, con un promedio del 27,1%. La crisis económica del año 2009 también afectó este sector, por lo que ese mismo año se dejaron de construir aproximadamente 4.5 millones de metros cuadrados, lo que corresponde a una disminución del 45,3% con respecto al año anterior. Para el año 2010 se presentó una recuperación del 33,7% de metros cuadrados construidos. Con respecto al aporte del sector construcción al PIB, para el año 2010 se presentó una disminución del 10,2% respecto al valor reportado para el año anterior.<sup>8</sup>

7 PROCOMER, Portal estadístico de comercio exterior.

8 Estadísticas de la Construcción. Colegio Federado de Ingenieros de Costa Rica.

#### 1.6.4 Desechos sólidos

En el año 2010, se logró la aprobación de la Ley de Gestión Integral de Residuos (No.8839), la cual en su reglamento responsabiliza a las municipalidades de la gestión integral de los residuos generados en su cantón.

Para ese año, solamente 45 cantones (52%) contaban o estaban en proceso de tener el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos avalado por el Ministerio de Salud, a su vez, 47 cantones (lo que representa un 54% del total) cuentan con oficinas de gestión ambiental, y solo un 14% de los cantones cuentan con datos fiables de composición de los residuos sólidos. Finalmente, el 14% de los cantones cuentan con reglamentos específicos para el manejo de los residuos sólidos (Estado de la Nación, 2010).

En lo que corresponde a la separación de residuos, 19 cantones (23% de los cantones del país) realizaban esta labor, para su posterior recuperación y reciclaje o reúso.

Se ha estimado que los rellenos sanitarios reciben el 58,3% de los desechos sólidos recolectados, los vertederos controlados un 19,8% y los botaderos a cielo abierto un 21,3%.

El total de desechos sólidos recolectados durante el año 2010, dispuestos de diferentes maneras, fue de aproximadamente 1.612.171,36 toneladas, mientras que los residuos industriales fue de 655.143,35 toneladas.

#### 1.6.5 Turismo

A nivel mundial, en el año 2009 debido a la crisis financiera hubo una disminución del sector turismo, en Costa Rica esta situación no fue la excepción, ya que la afluencia de turistas disminuyó en un 8%, debido a los efectos directos en el ingreso, la riqueza y el sector real de la economía mundial, sin embargo, para el año 2010 hubo una recuperación de un 9,2%, según datos del Instituto Costarricense de Turismo (ICT).

En el año 2010, el país recibió más de 2 millones de turistas provenientes en su mayoría de los Estados Unidos (40%), Centro América (31%), Europa (13%) y América del Sur (6%). En ese mismo año, esta actividad le generó a Costa Rica cerca de US \$1.880 millones, lo que representó el 20% de las exportaciones, superando las exportaciones de equipo de precisión y médico (US \$1.176 millones), de banano (US \$408 millones) y de café (US \$203 millones). El turismo se ubica como la segunda actividad generadora de divisas del país, ya que en primer lugar están las exportaciones de micro estructuras electrónicas (US \$ 2.475 millones).<sup>9</sup>

#### 1.6.6 Agricultura

En el año 2010 el área cultivada en Costa Rica creció un 3%, en comparación con el año anterior para ubicarse en 486,602 ha.

9 Estadísticas del Instituto Costarricense de Turismo

CUADRO 1.8  
Área de cultivo de los principales productos agrícolas (Hectáreas)

Cultivo	2007	2008	2009	2010	Participación 2010 (%)
Café	98.681	98.681	98.681	98.681	20,28
Arroz	47.252	54.053	63.329	66.415	13,65
Palma africana	48.406	52.600	55.000	57.000	11,71
Caña de azúcar	56.200	57.660	53.030	55.830	11,47
Piña	28.160	33.488	40.000	45.000	9,25
Banano	43.817	44.313	42.416	42.900	8,82
Frijol	12.017	11.311	17.234	22.849	4,70
Yuca	11.790	7.511	15.218	9.800	2,01
Maíz	9.051	7.358	11.463	9.600	1,97

Fuente. SEPSA, 2011.

Como se observa en el cuadro 1.8, los cultivos con mayor tendencia de crecimiento en área cultivada, en comparación con el 2009 fueron el frijol (32,6%), la piña (14,4%) y el arroz (4,9%). Para el año 2010 el área de producción de yuca disminuyó en un 35,6% y el maíz bajó un 16,3%, en comparación con el 2009.

Según SEPSA (2011), el café sigue siendo el cultivo dominante en el territorio costarricense con una extensión de 98,681 ha,

la cual se ha mantenido a lo largo del período de estudio.

### 1.6.7 Bosques

Para el año 2010 la cobertura forestal alcanzó un 43,23% del territorio, esto sin tomar en cuenta las áreas de manglares, páramos y humedales. De toda la cobertura forestal (2.216.145 ha), el 64% está bajo algún grado de protección (1.422.306 ha)<sup>10</sup>, mientras que el 36% (793.839 ha) está

fuera de las distintas unidades de protección.

Según el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONA-FIFO), para el año 2010, un total de 602.253 ha, incluyendo los sistemas agroforestales, estuvo bajo conservación con el Pago de Servicios Ambientales (PSA), lo que equivale a un 27,2% de la cobertura forestal nacional para ese mismo año.

El mecanismo de PSA fue establecido en la Ley Forestal 7575, la cual establece que los servicios ambientales del bosque y las plantaciones forestales son aquellos que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente, tales como mitigación de gases con efecto invernadero, protección del agua, protección de la biodiversidad y protección de la belleza escénica. En términos generales, Costa Rica ha tenido grandes avances en la política forestal amparado a un excelente desempeño de este mecanismo en la conservación de bosques primarios y secundarios.

10 La modalidad de protección corresponde a las áreas estatales de protección permanente que corresponde a parques nacionales, reservas absolutas, reservas biológicas, refugios nacionales de vida silvestre y monumento nacional, las áreas de protección parcial incluye humedales, los cuales no se contabilizan en la cobertura forestal, pero a su vez se agrupan los refugios nacionales de vida silvestre mixtos y privados, zonas protectoras, reservas forestales, y monumentos naturales., también están incluida la red de reservas privadas.



## CAPÍTULO 2

# INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

### 2.1 Aspectos generales

En el artículo 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), se manifiesta que las Partes deberán “elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12; los inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes”.

Como país firmante de la Convención, Costa Rica inició el proceso de elaboración de inventarios nacionales y ha publicado cuatro inventarios, utilizando las diferentes metodologías que para tal fin ha establecido el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC).

Para el Inventario Nacional por fuentes de gases de efecto

invernadero y absorción por sumideros para el año 2010, se han utilizado las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Únicamente se utilizaron otras guías del IPCC para el cálculo de las emisiones de precursores.

Se evaluaron los siguientes gases: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), halocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), hidrocarburos volátiles diferentes del metano (NMVOC) y dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ).

Las emisiones de GEI se realizaron para las cuatro categorías de emisión, definidas por el IPCC: Energía; Procesos Industriales y Uso de Productos; Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra; y Desechos.

Las emisiones en este inventario se contabilizan por cada GEI y también en unidades de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2$  eq.), con el fin de poder compararlas entre sí y medir la contribución

de cada fuente al total nacional de emisiones.

Los niveles metodológicos empleados en cada sector dependen del acceso a los datos de actividad y factores de emisión, por lo que se trabajó desde nivel 1 hasta nivel 3.

El proceso de control y garantía de calidad, contempla los siguientes procedimientos: documentación de datos, proceso de archivo a las fuentes de los datos así como a los resultados, se realizó también una verificación de que los valores contenidos en las hojas de cálculo coincidieran con los valores reportados en el informe, al igual que en los cuadros del mismo.

Se trabajó con algunos factores de emisión nacionales principalmente en el sector agrícola, que incluyó nuevos estudios de emisión de óxido nitroso en la producción de café, banano, caña de azúcar y en la especie de pasto kikuyo.

Para el control de calidad de los datos de actividad, se realizó donde fue posible un control

cruzado con los valores aportados por las diferentes instancias.

El procedimiento de gestión y control de calidad incluye la documentación de datos tanto en formato impreso como electrónico, los cuales son guardados en un archivo en el Instituto Meteorológico Nacional.

El análisis de tendencias se utilizó para determinar incongruencias en las estimaciones, posibles errores o bien, actividades con un patrón de uso variable.

Se realizó un proceso de verificación oficial del inventario y los resultados se validaron con expertos de cada sector. Además, se realizó una verificación independiente con el fin de mejorar y afinar la calidad del inventario.

Se conserva la información referente a los datos y resultados del inventario realizado para el año 2010, tanto en formato escrito como electrónico. El archivo se mantiene en el Instituto Meteorológico Nacional.

El inventario de gases de efecto invernadero abarca todas las fuentes y sumideros, así como todos los gases que figuran en las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, con excepción de: 1) Las emisiones por uso de lubricantes y ceras parafinas. 2) Las emisiones de PFC en la industria electrónica, para las cuales actualmente se realiza una investigación que será incluida en el próximo inventario. 3) Las emisiones producidas por los productos de madera recolectada y 4) Las emisiones de carbono de suelos.

De acuerdo con las Directrices del IPCC 2006, las estimaciones de incertidumbre constituyen un elemento esencial para un inventario de emisiones exhaustivo. La estimación y reporte de las incertidumbres permiten priorizar los esfuerzos para mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro, definir los temas específicos en los que es necesario realizar investigación a fin de enriquecer los atributos del inventario y orientar las decisiones sobre la elección de la metodología.

En el caso del Inventario 2010, las incertidumbres están asociadas tanto a los factores de emisión elegidos para cada fuente como a los datos de actividad empleados en las estimaciones.

En el [cuadro 2.1](#) se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre del inventario.

### 2.1.1 Arreglos institucionales

El equipo gestor del inventario de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de GEI, está integrado por un coordinador quien a su vez es el responsable técnico del sector energético y el encargado del control y garantía de calidad; y cuatro líderes técnicos responsables de los otros sectores del inventario.

Para la obtención de toda la información necesaria se cuenta con el apoyo de las diferentes instituciones involucradas en cada sector. Se contó con la participación de las siguientes instituciones y empresas: Dirección Sectorial de Energía, Refinadora Costarricense de Petróleo, Instituto Costarricense de Electricidad, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Instituto Nacional de Seguros, industrias cementeras, caleras, productores de vidrio, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Cámara de productores de cabras, Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Comisión de Incendios forestales, Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, Oficina Nacional Forestal, Laboratorio de Gestión de Desechos de la Universidad Nacional, y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, entre otros.

En la [figura 2.1](#) se presenta la estructura para la elaboración del Inventario.

### 2.1.2 Categorías de fuentes clave

El concepto de “Categoría Principal de Fuente” fue creado por el IPCC, como una herramienta para ayudar a los países a asignar recursos que les permitan mejorar los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Las

CUADRO 2.1  
Análisis de incertidumbre del inventario 2010

Año del inventario	Porcentaje de incertidumbre del inventario total	Incertidumbre de la tendencia
2010	8,50	9,53

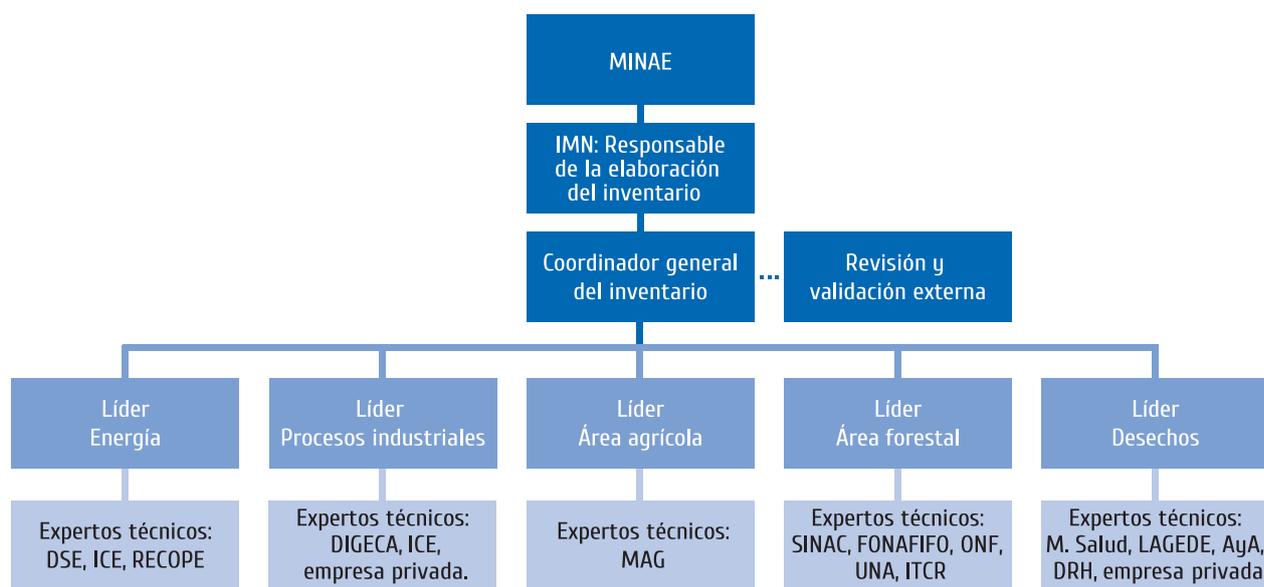


FIGURA 2.1. Estructura de los arreglos institucionales para elaboración del inventario.

categorías principales de fuente constituyen la mayor contribución de emisiones nacionales y pueden ser las que con el tiempo tengan más influencia en las tendencias de emisiones.

Costa Rica ha identificado las categorías de fuente comprendidas en los cuadros 2.2 y 2.3, como las que contribuyen de manera más importante a las emisiones nacionales, la evaluación fue realizada mediante un Análisis de Categorías Principales de Fuente y tendencia, tal y como se establece en el Capítulo X de las directrices del IPCC 2006.

## 2.2 Energía

Esta categoría cubre todas las emisiones de gases de efecto invernadero, generadas por la combustión de combustibles y volatilización de gases.

CUADRO 2.2

Principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero para Costa Rica de acuerdo con la evaluación de nivel

Categoría de Fuente	Contribución %	Total acumulado %
CO <sub>2</sub> : Tierra forestal que permanece como tierra forestal	19,2	19,2
CO <sub>2</sub> : Combustión móvil: transporte terrestre	19,08	38,26
N <sub>2</sub> O: Suelos agrícolas	12,8	51,1
CH <sub>4</sub> : Fermentación entérica en ganadería	9,6	60,7
CO <sub>2</sub> : Conversión a tierras forestales	8,6	69,2
CO <sub>2</sub> : Tierra de cultivo que permanece como tierras de cultivo	8,3	77,5
CO <sub>2</sub> : Industrias de manufactura y construcción	5,0	82,5
CH <sub>4</sub> : Disposición de desechos sólidos	3,4	86,0
CH <sub>4</sub> : Tratamiento de aguas residuales	3,4	89,3
CO <sub>2</sub> : Producción de cemento	2,6	91,9
CH <sub>4</sub> : Producción de arroz	1,2	93,1
CO <sub>2</sub> : Generación de electricidad	1,2	94,3
HFC: Uso de SAOs	0,9	95,2

CUADRO 2.3  
Principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero  
para Costa Rica de acuerdo al análisis de tendencias

Categoría de Fuente	Contribución %	Total acumulado %
CO <sub>2</sub> : Tierra forestal que permanece como tierra forestal	18,9	18,9
CO <sub>2</sub> : Tierra de cultivo que permanece como tierras de cultivo	12,9	31,8
N <sub>2</sub> O: Suelos agrícolas	11,1	42,8
CO <sub>2</sub> : Conversión a tierras forestales	10,2	53,0
CO <sub>2</sub> por la combustión móvil: transporte terrestre	9,1	62,1
CO <sub>2</sub> : Otros sectores: Agricultura/forestal/pesca	7,4	69,5
CH <sub>4</sub> por fermentación entérica en ganadería	5,8	75,3
CO <sub>2</sub> : Generación de electricidad	3,9	79,2
CO <sub>2</sub> por la combustión móvil: transporte marítimo	3,4	82,6
CH <sub>4</sub> por la producción de arroz	2,8	85,3
HFC: Uso de SAOs	2,4	87,8
CO <sub>2</sub> : Sector comercial	1,8	89,6
CH <sub>4</sub> : Disposición de desechos sólidos	1,7	91,2
CH <sub>4</sub> : Tratamiento de aguas residuales	1,6	92,8
CH <sub>4</sub> : Sector residencial	1,4	94,2
CO <sub>2</sub> : Autoconsumo	1,4	95,6

En las actividades de combustión de combustible se establecieron cuatro divisiones:

- o Químicos
- o Otras industrias
- a) Industrias de la energía:
  - o Generación de electricidad
  - o Refinación de petróleo)
- b) Industria manufacturera y de la construcción:
  - o Alimentos y tabaco
  - o Textiles y cuero
  - o Madera
  - o Papel

- c) Transporte:
  - o Terrestre
  - o Ferroviario
  - o Marítimo
  - o Aéreo
- d) Otros sectores:
  - o Residencial
  - o Comercial, Público y servicios
  - o Agropecuario

En la evaluación de emisiones fugitivas provenientes de la extracción y manipulación de combustibles y producción geotérmica se incluyó:

- a) Transporte.
- b) Refinación.
- c) Almacenamiento de petróleo.
- d) Producción de electricidad con energía geotérmica.

En el caso específico de Costa Rica, no existe minería de carbón.

Las emisiones procedentes del uso de los combustibles en el transporte marítimo y aéreo internacional, se excluyen de los totales nacionales de emisiones. No obstante con el propósito de llevar una contabilidad de esas emisiones en forma informativa, se presentan los valores determinados por esta actividad (cuadro 2.4).

CUADRO 2.4  
Emisión de gases con efecto invernadero asociadas  
al transporte internacional en el 2010

Tipo	Gas (Gg)		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Aéreo	538,2	0,0054	0,015
Marítimo	84,8	0,008	0,002
Total	623,0	0,0134	0,017

Las emisiones por consumo de biomasa en el sector energético, correspondieron al uso de leña, bagazo y otros residuos vegetales que incluyen cascarilla de arroz, cascarilla de café, residuos de palma y etanol. La generación de emisiones de CO<sub>2</sub> corresponde a 3.581,20 Gg, los cuáles no suman al total de emisiones por su origen biogénico.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles de la categoría de energía estimadas con los métodos de Referencia y Sectorial, difieren en un 3% entre ambos métodos en el año 2010.

Los resultados obtenidos en el 2010 se presentan en el cuadro 2.5, en el que se visualizan las emisiones por sector para cada uno de los gases estimados, de donde se desprende que tanto el sector transporte como el sector industrial son los mayores contribuyentes.

CUADRO 2.5  
Emisión de gases por sector para el 2010

Subsector	Gas emitido (Gg)		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Industrias de la energía	606,28	0,06	0,01
Industria de manufactura y construcción	1075,78	0,610	0,083
Transporte	4.582,62	1,188	0,317
Otros sectores	373,41	3,932	0,054
Emisiones fugitivas	177,69	0,003	–
<b>TOTAL</b>	<b>6.815,77</b>	<b>5,794</b>	<b>0,464</b>

### 2.3. Procesos Industriales y uso de productos

Las directrices del IPCC establecen las principales categorías de fuentes de emisiones dentro del sector IPPU, en el cual se encuentran la producción de cemento, cal, ácido adípico y nítrico, aluminio y magnesio, la industria siderúrgica, la utilización

de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), perfluorocarbonos e hidrofluorocarbonos. Adicionalmente existen otras fuentes no principales, como la fabricación de alimentos que incluye bebidas alcohólicas, el procesamiento de carnes, y la elaboración de azúcar y pan, entre otros.

Muchos de estos procesos no se realizan en el país, en especial

CUADRO 2.6  
Emisión total por proceso industrial en el 2010

Subsector	Gas (Gg)						
	CO <sub>2</sub>	R-32	R-125	R-134a	R-143a	R-152	SF <sub>6</sub>
Producción de cemento	592,35						
Producción de cal	3,75						
Producción de vidrio	25,43						
Refrigeración y AC		0,00157	0,01384	0,05739	0,01262	0,01024	
Espumas				0,00833		0,00142	
Aerosoles				0,00123		0,00019	
Protección contra incendios			0,00000	0,00233			
Equipo eléctrico							0,0000726
<b>Totales</b>	<b>621,53</b>	<b>0,00157</b>	<b>0,01384</b>	<b>0,06928</b>	<b>0,01262</b>	<b>0,01185</b>	<b>0,0000726</b>

aquellos relacionados con la fabricación de productos químicos y la industria de metales, no obstante, actividades como la industria cementera son un contribuyente importante en la formación de estos gases.

Se realizó la evaluación en la producción de cemento, cal y vidrio. Las áreas de aplicación de los HFC corresponden a refrigeración y aire acondicionado, extinción de incendios y protección contra explosiones, aerosoles, limpieza con solventes y agentes espumantes. También las emisiones de SF<sub>6</sub> procedentes de los equipos eléctricos.

En el [cuadro 2.6](#) se presenta la emisión en los Procesos Industriales en el 2010.

## 2.4. Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra

El sector Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra incluye las siguientes áreas: las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> resultantes de los cambios en las existencias de carbono en la biomasa, materia orgánica muerta y suelos minerales, para todas las tierras gestionadas; las emisiones de CO<sub>2</sub> y no-CO<sub>2</sub> producidas por incendios en todas las tierras gestionadas; las emisiones de N<sub>2</sub>O de todas las tierras gestionadas; las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la aplicación de cal y urea en tierras gestionadas; las emisiones de CH<sub>4</sub> del cultivo del arroz; las emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O de las tierras de cultivo orgánico; las emisiones de CH<sub>4</sub> de

tierras inundadas; la emisión de CH<sub>4</sub> producida por el ganado (fermentación entérica); las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de los sistemas de gestión del estiércol; y el cambio en las existencias de carbono relacionado con los productos de madera recolectada.

En Costa Rica, para el cálculo de la emisión de metano en bovinos se han venido desarrollando estudios detallados, ya que esta especie tiene la mayor población animal. De esta forma se han obtenido valores de emisión de este gas producto de la fermentación entérica, en cada sistema de producción bovino utilizado en nuestro país: carne, leche, y doble propósito.

Para modelar la población de ganado bovino por sistema de producción y categoría animal (vacas adultas, toros, novillas y novillos, toretes, terneros y terneras), se utilizaron datos técnicos extraídos de las encuestas ganaderas realizadas en el 2000 y el 2012. Posteriormente y con el resultado de estas simulaciones se modeló la emisión de metano para cada categoría animal, en cada sistema de producción para el 2010.

Similarmente, se diseñaron otros modelos de simulación para estimar las poblaciones de cabras, búfalos y ovejas, pero con estas especies se utilizaron los valores sugeridos por el IPCC para estimar la emisión de metano.

Con respecto a la emisión de metano en bovinos, la mayor cantidad de este gas se genera en el sistema de producción de carne (40%) y doble propósito (36%),

debido a que es donde se encuentra la mayor población de bovinos.

En lo referente a silvicultura y cambios de uso de la tierra, las fuentes de información utilizadas en el presente inventario comprendieron principalmente las estadísticas forestales del gobierno, los mapas de cobertura de la tierra y los datos de biomasa almacenada y fijada por tipo de bosque.

Las áreas por clase fueron determinadas en el mapa de cobertura de la tierra 2010. De acuerdo al mapa de cobertura de la tierra, las áreas de cultivo corresponden a 262.947,35 ha de cultivos estacionales, que comprenden granos básicos, hortalizas, piña y legumbres.

En el caso de cultivos estacionales, se considera que se cosechan todos los años, por lo que no hay un almacenamiento a largo plazo del carbono en la biomasa.

Con respecto a los cultivos permanentes, estos ocupan 554.961,63 ha, las cuales corresponden a café, palma africana, pejíbaye, cítricos y frutales como mango, entre otros.

Para los cultivos permanentes, de acuerdo a la información tanto del mapa de cobertura como de los productores el área de plantación no ha crecido y en el caso, de renovación del cultivo es difícil determinar el área de cambio. Con esta consideración, se tomó un área nula de crecimiento de cultivos permanentes.

En lo referente a tierras forestales que permanecen como tales y a la conversión de bosques a tierras de cultivo o pastizales, se

utilizó el mapa de cobertura y los valores indicados en el Sistema de Información de los Recursos Forestales de Costa Rica (SIREFOR), así como la estimación de la deforestación realizada por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).

El área de pastos en el 2010 corresponde a 1.040.204,16 ha, de acuerdo al mapa de cobertura de la tierra. Se considera que esta área no ha variado y que ha permanecido como tal en los últimos años.

En lo que respecta al área correspondiente a humedales, de acuerdo al mapa de cobertura de la tierra es de 103.356,11 ha, sin embargo, dicha área no es gestionada.

En este inventario se implementó el cálculo de las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de tierras inundadas, en donde se consideraron las emisiones de CH<sub>4</sub> correspondientes a los embalses destinados a la generación hidroeléctrica.

En el caso de los asentamientos que permanecen como tales, no se consideraron las emisiones debidas a las pérdidas de biomasa, las ramas que se quitan durante la poda o los recortes del césped, pues éstas son eliminadas como desechos sólidos que van a vertederos, por lo que las emisiones se contabilizan en el sector Desechos. De acuerdo al mapa de cobertura de la tierra, el área de asentamientos en el 2010 corresponde a 87.782,62 ha.

Para las tierras convertidas en asentamientos, no se ha determinado las emisiones de biomasa.

Los nuevos asentamientos corresponden a terrenos de cultivo o pasto en su mayoría.

En lo que se refiere a otras tierras se incluye el páramo y el terreno descubierto. En ambos casos, no se presentan emisiones en otras tierras que permanecen como tales y de acuerdo al mapa de cobertura de la tierra no se presentan tierras que se conviertan en otras tierras. Las áreas de páramo y terreno descubierto corresponden a 43.326,64 ha.

Otras fuentes de emisiones se producen por la quema de biomasa en bosques, en residuos agrícolas y en pastizales.

En la región del Pacífico Seco de Costa Rica, las pasturas presentan estacionalidad en el crecimiento como resultado de las condiciones climáticas típicas de la región, la cual se caracteriza por tener una época con déficit hídrico que se extiende desde diciembre hasta inicios de mayo. Es precisamente durante esa época cuando la biomasa aérea de las gramíneas se encuentra totalmente seca que ocasionalmente se producen incendios naturales.

Con respecto a las emisiones en suelos agrícolas en general la emisión de N<sub>2</sub>O presenta valores relativamente baja, siendo los mayores en café con sombra, caña de azúcar y banano como resultado del área dedicada a estas actividades. En un segundo grupo se encuentra el café sin sombra y la palma africana. Los restantes cultivos presentaron emisiones sumamente bajas.

Para estimar la emisión de óxido nitroso derivado de los suelos

cubiertos por diferentes pasturas, utilizadas en los tres sistemas de producción bovina, se consultó con expertos para tener una idea de la distribución de las áreas en cada especie. También se utilizó el resultado de un estudio realizado en el sector lechero, en el cual se determinó mediante una encuesta, la distribución de las especies gramíneas y sus respectivas áreas.

Con esta información y la utilización de factores de emisión resultantes del proceso de investigación realizado en Costa Rica, así como la metodología sugerida por el IPCC (2006), se estimó la emisión de N<sub>2</sub>O para cada uno de ellos. Los valores de emisión fueron similares entre la mayoría de las especies, con la excepción del pasto kikuyo que presenta poca cobertura, y las brachiarias que se han incrementado significativamente en los últimos años, lo cual obviamente influye en la emisión estimada.

Finalmente, la producción de arroz anegado en Costa Rica ha variado históricamente entre 22% y 35% del área total sembrada. De acuerdo con SEPSA (2012) en el 2010 se sembraron 18.776 ha bajo este sistema, lo cual representó 23% del área total sembrada con este grano.

Para cuantificar la emisión de metano generado en este sistema de producción, se utilizaron los resultados del estudio de campo realizado por Montenegro y Abarca (2001), quienes determinaron por medición directa el factor de emisión para nuestras condiciones de producción.

CUADRO 2.7  
Absorción de carbono y emisión de gases con efecto invernadero en el sector AFOLU durante el 2010

Actividad	Gas emitido Gg		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Fermentación entérica	NA	94,27	NA
Manejo de estiércol	NA	1,975	0,240
Tierras forestales	-5255,18	NA	NA
Tierras de cultivo	772,74	NA	NA
Pastizales	887,68	NA	NA
Humedales	NA	5,54	NA
Asentamientos humanos	NE	NA	NA
Otras tierras	NO	NA	NA
Quema de biomasa en bosque	NA	1,153	0,034
Quema de pasturas	NA	0,034	0,083
Quema de residuos agrícolas	NA	0,616	0,003
Suelos agrícolas	NA	NA	1,944
Cultivo de arroz	NA	11,13	NA
Total	-3.594,76	114,63	2,304

Para el año 2010 no se evaluaron las emisiones por productos de madera cosechada.

En el cuadro 2.7 se muestran los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero y absorción de CO<sub>2</sub> producidos en el sector Agricultura, silvicultura y otros uso de la tierra durante el año 2010.

## 2.5. Manejo de desechos

En esta sección se presentan las estimaciones de emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, debidas a las siguientes categorías:

a) Eliminación de desechos sólidos

- b) Tratamiento biológico de los desechos sólidos
- c) Incineración e incineración abierta de desechos
- d) Tratamiento y eliminación de aguas residuales

La eliminación de desechos sólidos contempla los sitios gestionados de eliminación de desechos (reellenos sanitarios), sitios no gestionados de eliminación de desechos (vertederos) y sitios no categorizados de eliminación de desechos. Las emisiones de metano procedente de estas acciones, suele ser la mayor fuente de emisiones de gases de efecto de invernadero del Sector Desechos.

El tratamiento biológico de los desechos sólidos implica el

compostaje a partir de desechos domésticos.

La incineración e incineración abierta de desechos, involucra la incineración de desechos que contienen carbono fósil (por ejemplo plásticos), y son importantes fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub> del Sector Desechos. No se incluye en las estimaciones aquellas procedentes de la conversión de desechos en energía, donde el material de desecho se usa directamente como combustible, ya que estos fueron tomados en cuenta en el Sector Energía.

Es importante señalar que los sitios de disposición final de los desechos sólidos, el tratamiento de aguas residuales y la incineración de desechos no fósiles, producen CO<sub>2</sub> pero de origen biogénico, y por lo tanto, no se incluyen como elemento a declarar en este sector.

La información se recopiló a través de tres fuentes principales: municipalidades, entes rectores (Ministerio de Salud) y administradores y operadores de sitios de disposición final de residuos.

Al realizar la simulación en el programa IPCC Waste Model, para cada uno de los reellenos sanitarios, se obtuvo que las emisiones de metano generadas para el año 2010 fueron 51 Gg, de los cuales se logra recuperar un total de 11 Gg. Por lo tanto, la emisión de metano en sitios de disposición final, para el año 2010, fue de 40 Gg.

Aunque el compostaje tiene un gran potencial debido a la elevada presencia de material orgánico en la composición de los residuos domiciliarios, en el país no existe

ninguna planta de tamaño mediano o grande de este tipo.

Las experiencias actuales respecto al compostaje de la parte orgánica de los residuos domiciliarios, se presentan a nivel de proyectos piloto. Ejemplos de este tipo de proyectos son el desarrollado en la Universidad EARTH en Guápiles y también la experiencia desarrollada por la municipalidad de Jiménez. En Jiménez, además de realizar recolección separada de inorgánico y otros residuos, también se realiza compostaje de material orgánico (10-12 toneladas semanales) mediante el uso de microorganismos eficientes, con el que generan lombricompost. Otras municipalidades que han desarrollado actividades de compostaje son las de Santo Domingo y Juan Viñas.

En relación a los incineradores, existe un único incinerador en operación para el 2010, con un consumo de 2.200 kg de desechos incinerados por año, de tipo orgánico, asumiendo que el comportamiento de estos residuos es similar a los residuos domiciliarios, de tipo desechos alimentos, no se generan emisiones de CO<sub>2</sub>.

Referente a la quema abierta de desechos, está correspondió a 166.357,02 ton/año, que generaron 80,22 Gg de CO<sub>2</sub>, 1,09 Gg de metano y 0,013 Gg de N<sub>2</sub>O.

### 2.5.1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales

El grado de tratamiento de las aguas residuales es muy variable en el país. Muchas industrias descargan sus aguas residuales

directamente a cuerpos de agua naturales, algunas de ellas poseen sistemas de tratamiento y otras no lo tienen. En el caso de las aguas residuales domésticas, el caso es similar, algunos domicilios, residenciales y similares colectan las aguas sanitarias por medio del alcantarillado sanitario, mientras otras descargan directamente a cuerpos de agua. El hecho de descargar las aguas residuales domésticas a alcantarillados no implica que se les efectúe un adecuado tratamiento, pues la mayoría de los casos esta agua se descarga a cuerpos de agua directamente, sin tratamiento alguno.

En Costa Rica la cobertura de saneamiento cubre un 99,4% de la población, siendo los servicios de alcantarillado sanitario con una cobertura de 25,56%, el de tanques sépticos un 70,54% y el de fosas sépticas y letrinas 2,28% los de mayor alcance. Entretanto, sólo el 0,39% no posee cobertura alguna y se desconoce el método utilizado por un 0,23% de la población (INEC, Encuesta Nacional de Hogares, 2010).

Con base en la población y los parámetros determinados, se logra obtener el metano producido proveniente de aguas residuales domésticas, que corresponde a 15,88 Gg CH<sub>4</sub> y la emisión de N<sub>2</sub>O que fue 0,18 Gg N<sub>2</sub>O en el 2010.

Con respecto a las aguas residuales industriales, la información base consiste en las plantas de tratamiento existentes en el año 2010, así como también los caudales y los principales parámetros físico químicos (principalmente DBO y DQO) presentes en

las aguas residuales. Las diversas instituciones anteriormente señaladas poseen algún tipo de información segregada y no existe una institución u organización que cuente con dicha información de manera centralizada.

Debe señalarse que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), así como algunas ONG's y sectores de educación superior, han implementado campañas masivas para fomentar el empleo de biodigestores anaeróbicos en el sector agroindustrial. En dichos sistemas, los gases generados (biogás) se recuperan y emplean en diferentes usos (calentamiento, cocina, generación eléctrica, iluminación, etc.). Estos sistemas se encuentran diseminados en todo el país con diferentes experiencias, las cuales han demostrado su factibilidad de empleo y aprovechamiento del biogás generado. Sin embargo, no se ha podido cuantificar la recuperación del biogás producido, ni el porcentaje de aprovechamiento del mismo.

Para poder realizar el estimado de la producción de metano aportado por aguas residuales industriales, se incluyeron las industrias que poseen sistemas de tratamiento de aguas residuales con alguna unidad anaeróbica.

Usando como criterio que los sectores industriales con mayor potencial de producción de metano, son aquellos cuyas aguas residuales poseen altos contenidos de materia orgánica degradable y que a la vez son tratados en sistemas anaeróbicos, se consideraron los siguientes sectores:

- Beneficios de café
- Ingenios Azucareros
- Mataderos
- Producción de Almidón
- Producción de aceite vegetal
- Frutas y Vegetales

Las empresas manufactureras de papel, empresas productoras de cerveza y la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), emplean sistemas totalmente aeróbicos para tratar sus aguas residuales y no se generan vinazas,

ni aguas residuales asociadas en la producción de alcohol, pues este lo producen algunos ingenios azucareros.

Además, en el país no se producen hules, ni químicos orgánicos y la mayoría de las industrias de producción de tela, emplea sistemas aeróbicos en el tratamiento de sus aguas residuales.

El aporte total del sector de granjas porcinas y ganado intensivo, se encuentra contemplado en el aporte del sector agrícola, por

lo que no se consideran en este apartado.

En el [cuadro 2.8](#) se presentan las emisiones totales del sector Desechos.

## 2.6. Resultados totales

### 2.6.1 Emisiones totales por gas

Las emisiones totales de gases de efecto invernadero se presenta en el [cuadro 2.9](#).

CUADRO 2.8  
Emisiones totales del sector desechos en el año 2010

G.E.I (Gg/año)	Sector Desechos sólidos	Sector Aguas Residuales	GRAN TOTAL
CH <sub>4</sub>	41,09	17,87	58,96
N <sub>2</sub> O	0,013	0,18	0,193
CO <sub>2</sub>	80,22	NO	80,22

CUADRO 2.9  
Emisión total de gases de efecto invernadero Año 2010

Sector	Emisión total (Gg)								
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC*	SF <sub>6</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	NMVOC	SO <sub>2</sub>
Energía	6.815,77	5,794	0,464	NA	NA	351,64	53,4	67,95	4,15
Procesos industriales y uso de productos	621,53	--	--	0,109	0,000073	0	0	17,49	0,45
Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra	-3.594,76	114,63	2,304	NA	NA	53,69	1,48	0	0
Desechos	80,22	58,96	0,193	NA	NA			0	0
Total por gas	3.922,76	179,38	2,961	0,109	0,000073	405,33	54,88	85,44	4,6

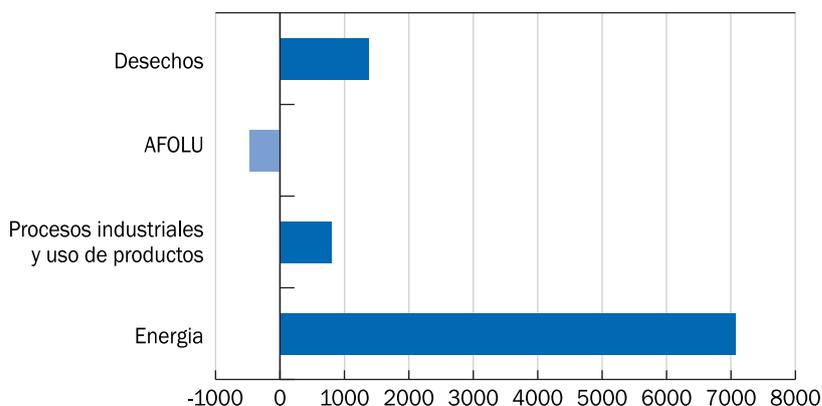
\*Corresponde a R-32, R-125, R-134<sup>a</sup>, R-143<sup>a</sup> y R152a

### 2.6.2 Emisión total expresada en CO<sub>2</sub> equivalente

Con el fin de determinar las emisiones relativas de los gases, se expresa la emisión de los gases con efecto invernadero en términos de CO<sub>2</sub> equivalente (cuadro 2.10 y figura 2.2). Los resultados

**CUADRO 2.10**  
Emisión de gases con efecto invernadero como CO<sub>2</sub> equivalente para el 2010

Fuente de emisión	Emisiones expresadas en CO <sub>2</sub> equivalente Gg
Energía	7.081,20
Procesos industriales y uso de productos	802,72
Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra	-473,29
Desechos	1.378,21
<b>Total</b>	<b>8.788,84</b>



**FIGURA 2.2.** Distribución de la emisión de gases con efecto invernadero expresados como CO<sub>2</sub> equivalente, para el 2010.

se determinaron para un horizonte de 100 años.

### 2.6.3 Indicadores relacionados

Con el fin de realizar consideraciones en el contexto internacional, se presentan algunos indicadores útiles asociados a las emisiones de gases de efecto invernadero (cuadro 2.11).

**CUADRO 2.11**  
Indicadores para el 2010

Indicador	2010
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por habitante	1,93
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por km <sup>2</sup>	172,0
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por millón de dólares*	242,1

\* PIB nominal



## CAPÍTULO 3

# POLÍTICAS Y MEDIDAS ADOPTADAS O PREVISTAS PARA APLICAR LA CONVENCIÓN

Costa Rica se ubica en una zona especialmente expuesta a los impactos del cambio climático, por ello se requiere de políticas y medidas que le permitan prepararse ante eventos climáticos extremos. Por otro lado, los compromisos asumidos por el país, obligan a idear una ruta clara de acción que garantice el cumplimiento de las metas nacionales propuestas.

En este capítulo se presenta a grandes rasgos la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y su respectivo Plan de Acción, los avances en la Ley Marco de Cambio Climático y otras iniciativas que se han promovido en el país para el cumplimiento de los objetivos en esta materia.

### 3.1 Estrategia y Plan de Acción al CC

La ENCC prioriza acciones en mitigación, adaptación, métrica, tecnología, educación y financiamiento, con el objetivo de integrar la política de cambio climático, de acuerdo con la competitividad del

país a largo plazo y la estrategia de desarrollo sostenible.

Por su parte, el proceso de elaboración del Plan de Acción de la ENCC evidencia el esfuerzo continuado que viene realizando el país en dos grandes frentes, por un lado, lograr la transformación del modelo de desarrollo a uno bajo en emisiones, que permita que el país crezca bajo el paradigma de la “eco-competitividad”; y por otro, iniciar el proceso de adaptación que nos permita lograr la resiliencia ante los efectos adversos del cambio climático, que se pronostican severos para la región centroamericana.

La ENCC es una herramienta que se propone reducir los impactos sociales, ambientales y económicos del cambio climático, y tomar ventaja de las oportunidades, promoviendo el desarrollo sostenible mediante el crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental, por medio de iniciativas de mitigación y acciones de adaptación, para que Costa Rica mejore la calidad de vida de sus habitantes y de sus

ecosistemas, al dirigirse hacia una economía carbono neutral competitiva para el 2021. Esta responsabilidad compartida se debe dar por medio del desarrollo de capacidades y la legitimidad para incidir tanto en la Agenda Nacional como la Agenda Internacional.

La estrategia define los sectores clave en los que el país debe trabajar en materia de adaptación y mitigación, para avanzar en las transformaciones deseadas ([figura 3.1](#)).

A partir de los principales retos identificados en cada sector priorizado, del análisis de alineamiento de las políticas públicas sectoriales con el Plan Nacional de Desarrollo y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, se propone un abordaje integral para alcanzar metas específicas en materia de mitigación y adaptación.

La ENCC definió también seis ejes de trabajo, de los cuales cuatro se entienden como ejes instrumentales para alcanzar las metas definidas en los ejes de mitigación y adaptación. En la [figura 3.2](#) se explica esta relación:

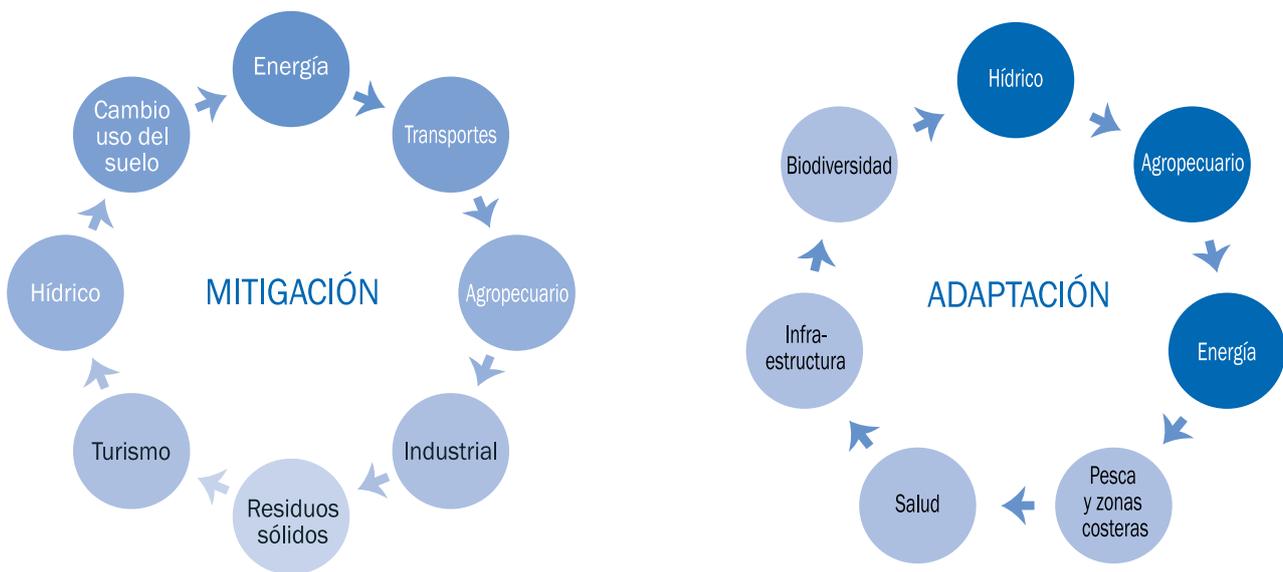


FIGURA 3.1. Sectores clave en la mitigación y adaptación al cambio climático.

Una vez establecidos los sectores y los ejes de trabajo, se estableció una hoja de ruta que contribuyera a orientar la asignación de recursos públicos y privados en forma más estratégica y articulada, con el fin de que el país avance en su transformación

hacia un modelo de desarrollo bajo en emisiones de carbono y resiliente ante los efectos del cambio climático. De manera coherente con los ejes de trabajo de la estrategia, el Plan de Acción tiene dos pilares de trabajo: mitigación y adaptación.

El objetivo general del área de mitigación es contribuir a reducir las emisiones GEI en fuente de los sectores priorizados: energía, transporte y agropecuario. Además contiene los siguientes objetivos específicos:

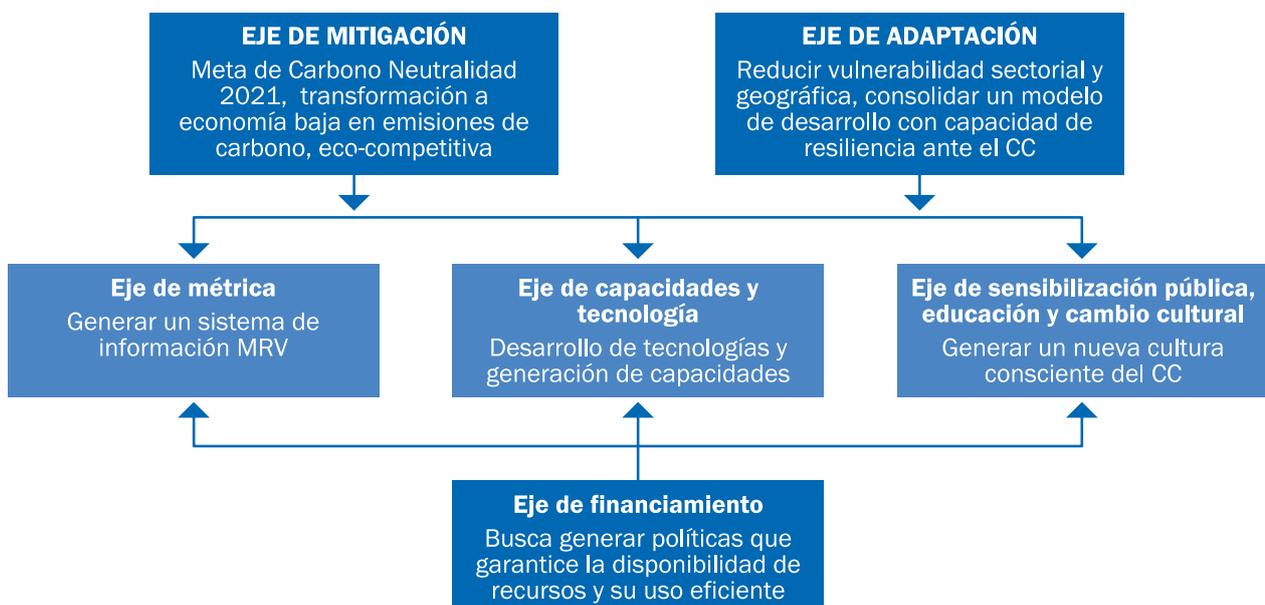


FIGURA 3.2. Ejes de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

1. Reducir emisiones de GEI del sector transporte terrestre, mediante la implementación de una serie de medidas complementarias tendientes al mejoramiento de la accesibilidad, la movilidad y el empleo de tecnologías bajas en emisiones de carbono.
2. Apoyar en la consolidación de un modelo energético bajo en emisiones de carbono.
3. Reducir emisiones de GEI manteniendo o aumentando la productividad del sector agropecuario en productos clave como: café, banano, caña de azúcar, ganadería, piña y arroz inundado.

Por su parte, el área de adaptación se propone mejorar la capacidad de resiliencia de las poblaciones con mayor riesgo ante los efectos adversos del cambio climático, en los sectores priorizados de recursos hídricos y agropecuarios, por medio de los siguientes objetivos:

1. Aumentar la capacidad de adaptación de las poblaciones y ecosistemas con mayor riesgo, ante los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos.
2. Disminuir la vulnerabilidad de los productores agropecuarios ante los impactos del cambio climático.

Cabe destacar, que la mayor parte de las acciones de dicho Plan están enfocadas a la mitigación,

dado el énfasis que en esa materia tiene la ENCC con el fin de alcanzar la carbono neutralidad.

Según estudios realizados, existen una serie de acciones propuestas en el Plan de Acción necesarias para permitir la realización de las inversiones en mitigación y adaptación. Dichas actividades se consideran fundamentales para facilitar la gestión financiera en el marco del Plan de Acción e incluyen:

- Consolidación del Fondo Nacional de Cambio Climático (FONACC): en línea con los resultados del estudio de Arquitectura Institucional y Financiera (Umaña, y Cordero, 2011). Este fondo ya ha dado sus primeros pasos y actualmente se está gestionando un apoyo de PNUD-GEF para aportar un fondo semilla y lograr la puesta en marcha del FONACC. Esta gestión unida a los esfuerzos que el país está realizando para aplicar al Fondo de Adaptación, constituyen una primera etapa para articular los esfuerzos en materia de financiamiento.
- Establecimiento de subcuentas que permitan cubrir los costos de actividades prioritarias en el Plan de Acción
- Consolidar propuestas de NAMA Agricultura, Transporte y Energía. Actualmente se están trabajando propuestas de NAMA en transporte, NAMA en café y se perfila en un NAMA en energía. Igualmente se está

trabajando un NAMA Urbano y un NAMA en Residuos sólidos. En el caso del proyecto LEDS en conjunto con la Embajada de EEUU, se está apoyando actividades en transporte, agricultura y eficiencia energética.

- Complementario al FONACC, el país debe avanzar en la consolidación de la arquitectura institucional que permita una mejor articulación de los esfuerzos en materia de cambio climático.
- Paralelo al trabajo de arquitectura institucional, se pueden dar primeros pasos para lograr una canalización más estratégica de fondos públicos. En este sentido, se propone que el MINAE firme acuerdos con el MOPT, el MAG y el AyA, que faciliten y comprometan a estas entidades a efectuar asignaciones específicas para realizar las acciones identificadas en el Plan de Acción en materia de cambio climático. En términos generales, es estratégico que estas entidades avancen en la consolidación de presupuestos programáticos vinculados con metas-resultados, y proyectos específicos en materia de cambio climático. Igualmente, se recomienda que el MINAE gire las instrucciones necesarias para que las entidades que están dentro de su ámbito de rectoría en materia de recursos hídricos y energía, establezcan acciones en sus POA y presupuestos vinculados con los resultados,

metas y productos de este Plan de Acción.

- Analizar la viabilidad de propuestas surgidas en el marco de los sectores, como la de un “impuesto Robin-Hood” a las transacciones de bolsa y a las inter-bancarias, para que alimenten la consolidación del FONACC y sus sub-cuentas.
- A nivel de MIDEPLAN y de CNE, se considera como un avance en materia de adaptación que estas instituciones mejoren su sistema de análisis de riesgos de la inversión pública. MIDEPLAN ya cuenta con una metodología, pero es importante que ésta se mejore y se consolide la Gestión de Riesgos en los proyectos de inversión pública.
- Continuar con el proceso de consolidación del Mercado Nacional de Carbono, este mercado puede ser un canal para movilizar fondos privados a nivel nacional. En este sentido, los esfuerzos por implementar el Programa País C-Neutral son importantes para facilitar el involucramiento del sector privado, en las actividades del Plan de Acción.
- Articular y coordinar esfuerzos por medio de plataformas como la del Consejo Consultivo Nacional de Responsabilidad Social, como espacios para implementar iniciativas público privadas.

### 3.2 Propuesta de Ley Marco de Cambio Climático

En agosto del 2013, se presentó a la Asamblea Legislativa “un marco operativo para el desarrollo de políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático”.

El Expediente N° 18.860 pretendía regular la planificación, la ejecución y el control de las actividades para la gestión integrada de la mitigación y adaptación al cambio climático en el territorio nacional.

Dentro de los esfuerzos enmarcados en este proyecto, destaca la disposición para que el Estado costarricense, entidades autónomas, entidades descentralizadas, gobiernos locales, sociedad civil organizada y población en general, adopten prácticas que propicien condiciones para reducir el riesgo, que mejoren las capacidades de adaptación y permitan el desarrollo de propuestas para mitigar los efectos de este fenómeno global.

Las disposiciones de esta ley serían de observancia general en todo el territorio de la República de Costa Rica, siendo de cumplimiento obligatorio para todos sus habitantes, entidades públicas, autónomas y descentralizadas, respetando las convenciones internacionales.

Dentro de las disposiciones relevantes se encuentra brindar mayores herramientas al MINAE, para establecer un marco operativo para el desarrollo de políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático.

La ley propone la conformación de la Comisión Nacional de Cambio Climático (Conclima), como ente descentralizado del MINAE, la cual estaría integrada por los jerarcas máximos del gobierno, entidades autónomas y descentralizadas, gobiernos locales y sociedad civil organizada.

En abril del 2014, se presentó en la Comisión de Ambiente un texto reformado con un nuevo nombre, Ley de Adecuación Institucional para el Cambio Climático.

Las negociaciones sobre el nuevo proyecto arrancaron con la nueva conformación de la Asamblea Legislativa, por lo que el proyecto se encuentra en discusión.

### 3.3 Otras políticas y medidas adoptadas y previstas

Costa Rica es un país avanzado en legislación ambiental que en el 2007 asumió el compromiso de ser carbono neutral para 2021, por lo que requiere de un esfuerzo nacional para el cumplimiento de esta meta.

Históricamente se ha avanzado en procesos que favorecen el ambiente y el desarrollo sostenible. En el año 1994 una reforma constitucional garantizó a los costarricenses el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

En 1996 se promulgó la Ley Forestal, que reconoció cuatro prestaciones naturales básicas de los bosques: biodiversidad, protección del agua, belleza

escénica y captura de carbono. Sobre esta normativa se apoyó el primer programa de pagos por servicios ambientales, que remunera a quien protege sus bosques de la deforestación.

La iniciativa de carbono neutralidad todavía no es ley, pero tiene el respaldo de varios decretos ministeriales y de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, suscrita un año después de adquirido dicho

compromiso, que el nuevo gobierno que ha indicado que mantendrá.

En 2012 se creó el Mercado Voluntario Doméstico de Carbono, que permite la generación y comercio de bonos de carbono.



# CAPÍTULO 4

## PROGRAMAS QUE COMPREENDEN MEDIDAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

La mitigación hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas tendientes a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), define ocho sectores clave a nivel nacional para reducir las emisiones de GEI: Energía, Transporte, Agropecuario, Industrial, Residuos Sólidos, Turismo, Hídrico y Cambio en el uso del suelo.

Para implementar esta estrategia se crea el Plan Nacional de Cambio Climático, el cual contempla tres sub-ejes:

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por fuente.
- Captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.
- Desarrollo de un mercado de carbono nacional.

Costa Rica ha realizado acciones de reducción de emisiones en cinco de los sectores estratégicos definidos en la ENCC, ellos son: energía, transporte, agropecuario, industrial y residuos sólidos.

A continuación se expondrán los proyectos que se desarrollan en Costa Rica y que comprenden medidas para mitigar el cambio climático.

### 4.1 Carbono neutralidad

En el 2012 el país oficializó el Programa País Carbono Neutralidad, por medio del Acuerdo 36-2012 MINAET. Dicho acuerdo promueve el reporte de Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la aplicación de la Norma Nacional de Carbono Neutralidad.

Con el Programa País Carbono Neutralidad se pretende desarrollar capacidades en las organizaciones a nivel nacional, asegurar la consistencia y la calidad de los datos de los inventarios y proveer los mecanismos de medición, reporte y verificación, para los consumidores y usuarios en general.

Dicho programa está basado en la norma nacional INTE 12-01-06:2011 «Sistema de gestión para demostrar la C-Neutralidad», la

cual establece los aspectos que una organización debe considerar para llegar a ser carbono neutral. Crea además las Unidades Costarricenses de Compensación (UCC) y establece que la reducción es prioritaria ante la compensación; es decir, que la compra de esas unidades por parte de empresas, solo se puede hacer después de que estas hayan realizado acciones de reducción de GEI (INTECO, 2011).

El programa establece procedimientos para otorgar la Marca C-Neutral, y define según la Norma Nacional de Carbono Neutralidad INTE -12-01-06:2011, la siguiente ecuación para la carbono neutralidad:

$$e(i) - r(i-1) - c(i-1) = 0.$$

En donde **e** significa emisiones totales, **r** reducciones y **c** compensaciones, para un total de 0 emisiones (INTECO, 2011).

La norma contempla el reporte de inventarios y, con esto, el registro de la huella de carbono de las organizaciones. Como

parte de lo anterior, se contemplan metodologías, procesos y criterios de compensación, así como la creación de capacidades (cambioclimaticocr.com). Dicha norma aplica a todo tipo de organización y define requisitos para establecer un Sistema de Gestión sobre Carbono Neutralidad. Las “0 emisiones” se verifican por medio de un verificador acreditado.

Con la norma, se establece un esquema de acreditación para Organismos Verificadores y Validadores de inventarios o huella de carbono y proyectos de reducción. Este se basa en las normas ISO 14065 e ISO 14064. En este esquema, es un requisito de los organismos verificadores/validadores de inventarios de GEI estar acreditados ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), bajo el marco del Programa País y la Carbono Neutralidad (cambioclimaticocr.com).

En el marco del Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC) se encuentra como principal proyecto, la consolidación del Mercado Doméstico Voluntario de Carbono de Costa Rica, el cual ha ido instrumentando una serie de acciones, como la norma nacional voluntaria INTE-12-01-06:2011 y la creación de las Unidades de Compensación Costarricense(UCC).

En noviembre del 2013, el gobierno oficializó mediante Decreto Ejecutivo N° 37926-MINAE, el Reglamento de Regulación y Operación del Mercado Doméstico de Carbono, en el cual se crea la Junta de Carbono, se establecen los requisitos para el registro

de proyectos y transacciones, así como para el funcionamiento de las UCC. En el 2014, hay más de doce empresas nacionales que han recibido la Marca C-Neutral y algunas más en proceso (cambioclimaticocr.com).

Costa Rica busca consolidar el mercado de carbono, por lo que en este año 2014 se ejecuta el proyecto Partnership for Market Readiness (PMR) que busca el desarrollo de capacidades y una plataforma para explorar instrumentos de mercado que apoyen la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, este proyecto es una alianza para la preparación del mercado financiado por el Banco Mundial a través del PMR<sup>1</sup>.

## 4.2 REDD+

Después del éxito obtenido por el país en el 2005 conjuntamente con Papúa Nueva Guinea y otros países, al incorporar el tema de REDD+ en la agenda de la CMNUCC, para generar un marco de políticas e incentivos positivos para combatir el cambio climático mediante la reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de los bosques en países en desarrollo; y el rol de la conservación, manejo sostenible de los bosques y mejoramiento de las existencias de carbono forestal en los países en desarrollo, el país orientó sus esfuerzos a crear condiciones de preparación para

participar activamente de ese mecanismo, en tanto continuaron las negociaciones sobre sus diferentes aspectos políticos y metodológicos.

Así a partir del 2008, Costa Rica inició y presentó su Nota de Idea de Proyecto para la Preparación del (R-PIN) ante el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF), como paso inicial para elaborar su Propuesta de Preparación para REDD+ (R-PP) que fue presentada y aprobada en junio del 2010, asignándose al país un monto de \$3.6 millones para la preparación de Estrategia Nacional REDD. Como parte de este mismo proceso en el FCPF, Costa Rica presentó en 2012 su Idea Inicial de Programa de Reducción de Emisiones (ER-PIN), el cual fue aprobado, por lo que Costa Rica ingresó a la línea de financiamiento del Fondo de Carbono y firmó con el Banco Mundial una carta de intención por un total de 12 Millones t CO<sub>2</sub>e de reducción de emisiones ó 63 Millones USD. Este pago por resultados se hará efectivo una vez que el país presente su paquete de preparación y su programa de reducción de emisiones ante el FCPF y logre la negociación de un acuerdo de pagos por reducción de emisiones (ERPA).

En abril del 2011 se puso a disposición pública una nueva versión del R-PP, que fue la base para llevar a cabo la consulta nacional de la propuesta de preparación, a través del proceso conocido como SESA (Evaluación Social, Económica y Ambiental). En mayo del 2011, fueron convocadas las

1. Comunicación personal William Alpizar, Dirección de Cambio Climático.

Partes Interesadas Relevantes al “Taller Nacional de Socialización de Evaluación Estratégica Social y Ambiental de la Estrategia REDD+ para Costa Rica”, para avanzar en la priorización de las cuestiones ambientales, sociales y político-legales incorporadas en la propuesta, desde la perspectiva de los grupos de Partes Interesadas Relevantes (PIRs).

El proceso de construcción de la Estrategia Nacional REDD+ ha continuado de manera activa durante los últimos años, destacándose los siguientes avances:

#### 4.2.1 Vinculación de la Estrategia Nacional REDD+ con objetivos nacionales y sectoriales de desarrollo

REDD+ es parte de un conjunto de programas del MINAE, que responden al Plan Nacional de Desarrollo y está vinculado con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional Forestal y la Estrategia de Biodiversidad. Además REDD+ tiene el reto de lograr una coordinación efectiva con otros programas institucionales y sectoriales, tales como el manejo de incendios y el control de la tala ilegal (motores de deforestación), así como consolidar y ampliar el alcance del Programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y coadyuvar al robustecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, así como coadyuvar con los esfuerzos que realiza el Ministerio de Agricultura y Ganadería con los NAMAs de cacao, café, ganadería y caña.

Por otra parte y como iniciativa de la presente administración (2014-2018), se trabaja en el diseño del marco conceptual estratégico para desarrollar un modelo de manejo integrado del paisaje rural, orientado a conservar y fortalecer la resiliencia del Patrimonio Natural del Estado (capital natural), incorporando elementos tales como la conservación de la biodiversidad, suelos, agua y bosques, de manera consistente con las actividades de producción de bienes y servicios.

REDD+ en Costa Rica se implementa principalmente mediante un programa de incentivos positivos para conservación y manejo de bosques mediante el PSA, implementado desde 1997 como un instrumento de política nacional con el fin de mantener la cobertura de bosques, impedir la deforestación e incentivar la reforestación.

#### 4.2.2 Avances en la formulación de la Estrategia Nacional REDD+

Se presenta a continuación un resumen de los avances en cada tema:

##### 1A. ARREGLOS NACIONALES PARA REDD+

La gobernanza para REDD+ está fundamentada en el marco legal vigente, el cual prevé espacios de participación de las partes interesadas en materia de política ambiental y forestal. Adicionalmente, se creó un Comité Ejecutivo para fortalecer el proceso de consulta de la estrategia, en el cual se incorpora una

mayor participación del sector de pequeños productores y de los pueblos indígenas. Asimismo se ha establecido una Comisión de Coordinación Inter-institucional y Comités Técnicos de apoyo para abordar temáticas específicas. Actualmente se trabaja en una actualización del marco legal de implementación de REDD+, para hacerlo más comprensivo y establecer líneas de coordinación más claras entre los diferentes actores, así como para crear las bases de las acciones a ser apoyadas mediante el mecanismo de distribución de beneficios.

##### 1B. ORGANIZACIÓN, CONSULTA Y DIVULGACIÓN

Desde las fases iniciales de preparación, se inició un diálogo temprano sobre REDD con la participación de las Partes Relevantes. Posteriormente, se elaboró un “Plan de Participación y Consulta” con el concurso de los interesados y que comprende etapas de información, pre-consulta y consulta, de manera que los diversos sectores tengan las capacidades apropiadas para participar de la manera más amplia.

##### 2A. EVALUACIÓN DEL USO DE LA TIERRA, POLÍTICA FORESTAL Y GOBERNANZA

Durante la preparación del R-PP, se desglosaron los posibles motores de deforestación, una descripción de la tenencia de la tierra y los cambios históricos de uso del suelo. Los análisis de deforestación fueron estimados a partir del periodo 2000-2005 y

se re-procesará la serie temporal histórica de cambio de uso del suelo. Se está realizando un análisis de los motores de deforestación y degradación, así como de las barreras para las actividades «+» y se espera también una estimación de la degradación forestal en el periodo histórico. También, se generarán modelos espacialmente explícitos para analizar los motores de deforestación y potencial degradación.

## 2B. OPCIONES ESTRATÉGICAS REDD+

La estrategia REDD+ ha identificado las siguientes opciones estratégicas a ser implementadas, partiendo del marco de las cinco actividades REDD+ que han sido definidas en la CMNUCC.

- ✓ Integrar la captura de carbono en parques nacionales y reservas biológicas a la Estrategia REDD+.
- ✓ Mantener y ampliar la cobertura del programa de Pagos por Servicios Ambientales.
- ✓ Incrementar el secuestro de carbono mediante la regeneración natural y el establecimiento de plantaciones forestales para producir materia prima de consumo nacional, en terrenos desprovistos de bosques.
- ✓ Fomento a la sustitución de productos con alta huella de carbono por madera sostenible en bosques naturales primarios, secundarios y reforestación
- ✓ Fortalecer la gestión del SINAC en control de tala ilegal e incendios forestales

- ✓ Fortalecer la gestión fiscalizadora del Colegio de Ingenieros Agrónomos.
- ✓ Crear fondos frescos, predecibles y de largo plazo para financiar la implementación de la Estrategia REDD+
- ✓ Coordinar con la iniciativa de Catastro y Regularización de Tierras Especiales; entre ellas, los terrenos indígenas para alcanzar la delimitación de los 24 territorios indígenas

Actualmente se está llevando a cabo un proceso de revisión de las opciones estratégicas, de manera que respondan más adecuadamente a los requerimientos metodológicos y los elementos acordados en la CMNUCC, y en particular para evitar eventuales duplicidades de acciones que se puedan presentar entre las mismas. A la fecha, el país cuenta con un análisis de los estudios técnicos adicionales, condiciones de gobernanza y arreglos institucionales, así como los procesos de consulta requeridos que generarán insumos adicionales para definir con mayor precisión estas opciones, y para estimar los costos de manera más aproximada a la realidad, a la vez que se han identificado otras áreas en las que se requieren estudios específicos, como es el caso de la competitividad del sector forestal.

## 2C. MARCO DE IMPLEMENTACIÓN REDD+

Este componente incluye el diseño de la estructura operativa de REDD+, que está compuesta por un marco legal e institucional

adecuado, el registro de las actividades y las reducciones de emisiones, la unidad de control de fraude, el mecanismo de distribución de los beneficios y las guías de operación de REDD+ en el Estado. El registro de reducción de emisiones se está desarrollando en estrecha coordinación con la Dirección Nacional de Cambio Climático, encargada del registro nacional que monitoreará el avance hacia la carbono neutralidad y el mercado doméstico de carbono, y que mantendrá el control de la transparencia del sistema en general, el mismo incluirá todas aquellas actividades REDD+ PSA.

En relación al marco legal para la implementación de REDD+ y distribución de beneficios, actualmente se están ampliando las opciones para amparar una cantidad mayor de potenciales beneficiarios, ya que en la actualidad quienes reciben beneficios del PSA ceden los derechos de carbono al FONAFIFO mediante un contrato formal regido por el derecho civil vigente, modalidad que se seguirá implementando en un sistema de PSA ampliado. Aquellos casos en que los derechos individuales no pueden ser transferidos por problemas con la regularización de derechos de tenencia de la tierra, se busca solucionar mediante programas de apoyo para la regularización de tales derechos en los casos posibles, o bien mediante otros mecanismos como el reconocimiento de beneficios ambientales o desarrollo de programas o proyectos comunitarios de asistencia técnica y financiera para apoyar actividades REDD+.

## 2D. EVALUACIÓN ESTRATÉGICA SOCIAL Y AMBIENTAL

A partir del taller inicial SESA, se identificaron riesgos y beneficios, que están siendo abordados, generando estudios y consultas adicionales que realimenten la propuesta de acciones y políticas. Para ello se amplió la etapa de información sobre la estrategia, en particular con los pueblos indígenas y los pequeños productores y campesinos, y en mayo 2014 se inició una fase de pre-consulta, con miras a preparar el escenario de diálogo para la consulta de versión actualizada de la estrategia durante el primer trimestre del 2015. De manera complementaria, durante el 2014 se está trabajando en la elaboración del Marco de Gestión Social y Ambiental, que culminará en un plan de acción detallado para abordar los impactos sociales y ambientales más relevantes identificados.

## 3. NIVEL DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES/NIVEL DE REFERENCIA FORESTAL

Se espera que Costa Rica cuente con un Nivel de Referencia (NR) apegado a las directrices del IPCC y en línea con el inventario nacional de gases de efecto invernadero (INEGEI). El NR es el primer paso para diseñar el MRV, es de alcance nacional y se diseñará para certificar reducciones de emisiones para el Fondo de Carbono, bajo el esquema VCS-JNR y en el marco de la CMNUCC. El país presentó un NR en su ER-PIN, sin embargo, este era de carácter temporal debido a que cubría sólo

el periodo 2000-2005 e incluía únicamente deforestación, por lo que se realizarán los ajustes necesarios y se actualizará el NR en el 2015. Se espera que el NR permita sentar las bases para contabilizar las actividades que generarán diferentes categorías de reducción de emisiones, a partir de la implementación temprana del PSA (acciones tempranas) y de la Estrategia REDD+, incluyendo la iniciativa de reducción de emisiones con el Fondo de Carbono (FC). Mediante la Mesa técnica se discutió un enfoque preliminar para la medición, reporte y control de calidad de los factores de emisión y datos de actividad para las cinco actividades REDD+, lo cual a su vez sienta las bases para la conceptualización del NR, con la intención de incluir todas las actividades, con especial énfasis de aquellas propuestas en el ER-PIN de Costa Rica al FCPF.

## 3A. SISTEMA DE MONITOREO DE BOSQUES

El SNMB es una plataforma técnica que busca la integración del monitoreo de los programas forestales, a nivel nacional e intersectorial y debe medir, reportar y verificar las actividades REDD+ a implementar que estén sujetas al MRV, ejercicio que será articulado y consistente con el reporte del INEGEI presentado por el IMN a la CMNUCC, y el reporte REDD+ al FCPF por parte de FONAFIFO, en el periodo 2015-2020. El SNMB incluye información de campo con el inventario forestal, pero también a partir de sensores remotos con los mapas de uso del suelo.

Su combinación permite monitorear los cambios en las reservas de carbono, por el cambio de uso del suelo. El país cuenta con una propuesta base de MRV que informará la discusión de opciones de monitoreo, e incluye las actividades REDD+ propuestas y aprobadas en el ER-PIN.

Costa Rica ha logrado avances importantes en el SNMB, como es el Inventario Nacional Forestal elaborado por el SINAC con el apoyo de GIZ y cuya fase de campo está en sus etapas finales. Se cuenta además con un mapa nacional basado en imágenes RapidEye, el cual muestra los tipos de bosque en el país. También mediante GIZ, se financia actualmente la generación de modelos alométricos para 4 tipos de bosques de alta representatividad. El SNMB tendrá la capacidad de medir, reportar y verificar de manera consistente los NAMA sectoriales y relacionados con el sector AFOLU, así como ha sido decidido en el marco de la COP.

## 3B. INFORMACIÓN SOBRE BENEFICIOS MÚLTIPLES, OTROS IMPACTOS, GOBERNANZA Y SALVAGUARDAS

En este componente el país espera contar con un sistema de información integrado, que permita conocer los beneficios múltiples, otros posibles impactos, el desarrollo de la gobernanza y las salvaguardas definidas en UNFCCC, a la vez que se cumplen requerimientos específicos de los procesos de preparación y pilotaje de políticas y acciones (p.ej. las salvaguardas contenidas en las políticas operacionales del Banco Mundial como

administrador del FCPF). Aquí interactúan varios sistemas de información, por ejemplo el SIS reporta indicadores que satisfacen las salvaguardas de UNFCCC y al mismo tiempo, se toman en cuenta los riesgos ambientales y sociales tratados en el ESFM. Se incorpora la información sobre los beneficios múltiples (co-beneficios) de la implementación REDD+ (ambientales, sociales, capacidades, etc.).

Mediante procesos participativos con las partes interesadas relevantes, se avanza en la definición de indicadores apropiados a incorporar en el Sistema de Información sobre Salvaguardas (SIS), en las diversas etapas de REDD+ según corresponda. Se revisaron 35 indicadores para responder a las siete salvaguardas de Cancún. Para cada indicador se elaboraron hojas metodológicas que están disponibles para su retroalimentación por las partes. El INBio-CATIE trabaja en la identificación y cuantificación de los co-beneficios, incluyendo conservación de biodiversidad, belleza escénica, regulación del flujo, calidad y cantidad del agua para consumo humano y riego (control de erosión y captura de lluvia horizontal), servicios de polinización y control biológico en el cultivo de café, producción de madera en plantaciones forestales y mediante manejo de bosque natural primario y secundario y bioenergía. Se espera lograr un enlace con el PERFOR, mediante el apoyo de la UICN para incorporar al sistema de información otros aspectos no-carbono asociados a REDD+.

#### 4.2.3 Mercados Voluntarios

Con el Mercado Voluntario se creó el Certificado de Servicios Ambientales (CSA), como un instrumento financiero de inversión de carácter voluntario orientado al sector privado. Participan personas físicas y jurídicas que pueden contribuir a la conservación de los ecosistemas boscosos, bajo el principio de responsabilidad social empresarial. FONAFIFO ha generado más de \$18 millones e involucrado a más de 70 empresas y personas físicas, así como organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales (cambioclimaticocr.com).

### 4.3 Energía

La Dirección Sectorial de Energía del MINAE es el ente rector del sector energético; sin embargo, el alcance en mitigación de GEI en materia de energía eléctrica depende del ICE, debido a su mayor contribución en el consumo de energía para producir electricidad. El ICE produce el 80% de la electricidad del país, por eso es muy importante, además, legalmente, sólo el ICE puede producir energía térmica<sup>2</sup>.

En el sector energía hay tres áreas para lograr el cumplimiento de los objetivos de la ENCC: eficiencia energética, generación con energías limpias y educación e información.

#### 4.3.1 Acciones en eficiencia energética

Desde hace varios años, el país trabaja en eficiencia energética promoviendo la reducción del consumo de energía, con la ley N° 7447 de Regulación del Uso Racional de la Energía en el año 1994 (Asamblea Legislativa, 1994). El tema de cambio climático está contemplado dentro del VI Plan Nacional de Energía 2012-2030 (DSE, 2011), el cual está alineado con la ENCC.

En los últimos tres años la generación térmica ha estado entre el 8 y el 11% de la producción eléctrica (este último del año 2013), contra lo esperado de un 5%. No obstante, se busca que la oferta energética sea eficiente, ya que la generación térmica se produce en las horas pico, debido a que el 60% del consumo de la energía eléctrica es residencial<sup>3</sup>.

Un estudio realizado para la introducción de energías limpias y eficientes en el país (Consenergy 2009), identifica 32 acciones, definidas como oportunidades de ahorro energético en tres sectores: residencial, industrial y transporte.<sup>4</sup>

Tres acciones importantes que tienen un aporte en la búsqueda de eficiencia energética son: los Programas de Gestión Ambiental Institucional enfocados a las instituciones del Estado, el Programa de Eco-Eficiencia Empresarial dirigido a promover acciones de gestión ambiental a nivel de

2. Comunicación personal Gloria Villa, Dirección Sectorial de Energía.

3. Idem.

4. Idem.

empresa privada y pública y el Sello de Eficiencia Energética “Energice”, que es el sello de eficiencia energética, que respalda en el mercado nacional, las tecnologías eficientes y los productos que cumplen con los estándares mínimos de eficiencia energética.

#### 4.3.2 Acciones en generación limpia

Aunque la rectoría del transporte le corresponde al MOPT, en el sector energía se ha trabajado en la calidad del combustible, actualmente se cuenta con combustible de más octanaje, se retiró el MTB componente muy contaminante y se redujo el azufre en el diesel a niveles de 15 ppm, mientras que en otros países es de hasta 5000 ppm<sup>5</sup>. Además, se han establecido incentivos para sustituir la tecnología.

Dos programas que son bandera en iniciativas para el uso de energías limpias son: el Programa de Generación Distribuida y el Proyecto Biogas.

##### a. Programa de Generación Distribuida

Este programa está bajo la dirección del ICE y se encuentra en una etapa experimental, es un plan piloto denominado: “Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo”. Este plan busca estimular la instalación de sistemas de generación en el corto plazo, cubriendo actualmente únicamente los sistemas de generación para autoconsumo.

5. Idem.

En este plan piloto el costo de los sistemas de generación será asumido en su totalidad por el cliente eléctrico que participe voluntariamente. El cliente será el propietario del sistema de generación que instale y de los créditos de carbono que este genere (grupoice.com).

El programa inició en el 2010 con un cliente y a diciembre del 2012 se habían interconectado 138 clientes, para un total de 748,51 kW. Al 31 de diciembre del 2013 se habían recibido 199 solicitudes (acumulado) para participar del Plan Piloto, para una potencia de 6.003,51 kW. Es decir, se han conectado 748.51 kW y están en estudio para aprobación los restantes 5.255 kW (Arias, 2013).

##### b. Proyecto BIOGAS

Como parte de las acciones de la Responsabilidad Social Empresarial y por medio de los procesos de Tecnologías de Generación y Planeamiento Ambiental, el ICE brinda asesoría técnica al sector agropecuario y agroindustrial para la generación de biogás y producción de energía, a partir de los residuos orgánicos de sus actividades. Actualmente se tienen seis proyectos de producción de biogás en fincas lecheras y porcinas, además se ha abierto la posibilidad de utilizar gas natural como combustible en plantas de producción eléctrica, para sustituir algunas que se operaban a base de combustibles fósiles. (grupoice.com).

## 4.4 Transporte

El sector transporte es el principal emisor del país, generando el 34 % de las emisiones. Se realizó un análisis del Plan Nacional de Desarrollo y su coincidencia con el Plan Nacional de Transporte en materia de mitigación al cambio climático y se lograron determinar posibles acciones a implementar<sup>6</sup>.

En este sector se está promoviendo el proyecto “Apoyo General a la sectorización del transporte público de San José”, el cual busca la modernización y eficiencia del transporte público. Dentro del Plan Nacional de Transporte, este proyecto es prioritario para gestionar el transporte público<sup>7</sup>. Se espera contar pronto con la estructura operativa de los 9 sectores (ocho y San José) y un sector con pre-diseño (plan piloto).

El sistema de sectorización proyecta dividir el área urbana en sectores geográficos, establecer estaciones de intercambio y a partir de ahí una ruta troncal al centro de San José, de modo que sólo ocho líneas entren al casco central. Las interlíneas establecen una conexión entre sectores, sin necesidad de ingresar a la ciudad. El transporte público debe ser priorizado y para ello se necesita que sea rápido y seguro, por lo que se establecerán carriles exclusivos<sup>8</sup>.

6. Comunicación personal Joyce Arguedas, Unidad de Estudios de Tránsito e Investigación, MOPT.

7. Comunicación personal Andrea Meza, EPYPSA.

8. Comunicación personal Joyce Arguedas, Unidad de Estudios de Tránsito e Investigación, MOPT.

Otras acciones definidas en el Plan Nacional de Transporte y que están en proceso de instrumentarse son<sup>9</sup>:

- Mejorar la infraestructura metropolitana, estableciendo vías exclusivas. Actualmente el Consejo de Transporte Público (CTP) ha implementado vías exclusivas, pero con poco aporte.
- Áreas de parqueo, el uso de parquímetros es una acción que se complementa con zonas peatonales, parques y plazoletas.
- Se busca priorizar el transporte no motorizado en los cantones, las ciclo vías, es importante considerar su trazado y hacer un estudio integral de los movimientos de los usuarios.
- Tren interurbano como complemento a las acciones anteriores, que busca integrar las cuatro ciudades y se prevé será de doble vía, eléctrico y gestionado por MIDEPLAN.
- Restricción vehicular y ampliar el sistema público, el Programa Pico y Placa que restringe diariamente el acceso de los vehículos a la zona más congestionada de la capital, según su número de placa.
- Transporte de carga eléctrico, consiste en el Plan Nacional de Logística y Carga, que busca crear plataformas de paso en las fronteras y puertos. Se pretende fortalecer el tren de carga actual en el Caribe e integrarlo desde Río Frío a

Muelle de San Carlos. Se analiza también el tren de carga metropolitano.

- Incorporar el pago electrónico en los buses y con ello optimizar el tiempo de abordaje, esta acción se coordina con ARESEP, MOPT Y BCCR.

Se realizó un estudio que analiza el giro del transporte público hacia la carbono neutralidad, el cual pretende desarrollar un sistema de incentivos voluntarios en relación con sectores prioritarios (taxis, autobuses y gasolineras), para favorecer el cambio tecnológico (vehículo o combustible) tendiente a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte público (taxis y autobuses) (CINPE, 2013).

El Programa Acción Clima de GIZ cuenta con una estrategia de transporte, que tiene entre sus acciones los viajes con eco-manejo dirigido a gestores de flota; se basa en utilizar la misma flotilla, pero con un cambio modal. Comprende también la opción de cambiar el tipo de transporte y existen experiencias de reducción de hasta un 40% de consumo de combustible<sup>10</sup>.

En el año 2013 se promulgó el decreto que incentiva la importación de vehículos híbridos, al reducir el impuesto selectivo de consumo (ISC) de 15% a 10% y en el caso de los vehículos eléctricos no tienen impuestos. Para el año 2013 la flotilla de vehículos híbridos era de 238 y eléctricos

de 2.228, incluyendo en esta categoría, cuadraciclos, motocicletas y bicicletas eléctricas (Vargas, comunicación personal, 2013).

## 4.5 Agropecuario

En el sector agropecuario el ente rector es el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), este sector está alineado con la meta nacional de Costa Rica Carbono Neutral 2021. La Política Agroambiental del Estado, elaborada por el MAG cuenta con el pilar IV sobre cambio climático y dispone de un plan sectorial con varias acciones encaminadas a la mitigación, adaptación y vulnerabilidad y manejo de riesgos, aplicaciones climáticas y capacitación (MAG, 2011). Además, el MAG viene participando activamente en las negociaciones internacionales sobre cambio climático.

El sector agropecuario está enfocado en tres actividades productivas: café, ganadería y caña de azúcar. Cuenta también con un programa a nivel de fincas familiares, en donde se instrumentan acciones de mitigación. A continuación se presenta una descripción de estas actividades productivas:

### 4.5.1 Café

Los esfuerzos en café están enfocados en la preparación de un NAMA Café denominado “Rumbo hacia un sector cafetalero bajo en carbono”; cuyo fin es apoyar a los productores de café y las familias campesinas al aumento de la eco-competitividad de la producción cafetalera, mediante

9 Idem.

10 Idem.

la implementación de medidas apropiadas.

El proceso de elaboración del NAMA es desarrollado por un grupo de trabajo, denominado Mesa de Café, conformado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible, el Instituto Costarricense del Café (ICAFÉ) y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) por medio de la Dirección de Cambio Climático (DCC). También están colaborando en el proceso socios estratégicos como el BID-FOMIN, WRI, GIZ, NAMA-Facility, CATIE, Universidades, Cámara de cafetaleros, IICA, CCAP (Feoli, comunicación personal, 2013).

La iniciativa NAMA Café fue presentada en la COP18 y precalificada por el Nama Facility, por lo que actualmente se está instrumentando la conducción de procesos. Durante la COP 19, realizada en Varsovia, Polonia, se anunció que Costa Rica contará con \$10,7 millones (¢5.000 millones), provenientes del fondo Nama Facility, que es de capital anglo-alemán (Arguedas, 2013). Con ese dinero se pretende hacer la producción cafetera nacional más verde, a través de cuatro ejes: reducir el uso de fertilizantes nitrogenados, darle nuevos usos a la broza, plantar árboles en cafetales, y el uso eficiente del agua y la energía en los beneficios. La inversión total para materializar estas cuatro medidas es de aproximadamente \$31,5 millones (Feoli, comunicación personal, 2013).

Se tienen identificadas las fortalezas y barreras en el sector

cafetalero para instrumentar el NAMA. Entre las fortalezas están (Feoli, comunicación personal, 2013):

- El café se encuentra en el corazón de la identidad del país.
- Hay facilidad de ajustar el marco político.
- Existe un marco institucional, organizativo y de colaboración sólido.
- Hay participación relevante de los actores interesados.
- Existe una fuerte relación (instituciones, cafetaleros y beneficios).

Además, los objetivos están alineados con la Carbono Neutralidad del País y existe apoyo de alto nivel de parte del Ministerio de Agricultura, propiciando sinergias con entidades como el ICAFE en busca de un desarrollo bajo en carbono y una alta competitividad. Igualmente el sector cafetalero ha sido proactivo para encontrar soluciones y hay una estrecha colaboración entre el sector del café, centros de investigación y el mundo académico.

Entre las barreras identificadas están (Feoli, comunicación personal, 2013):

- Barreras legales relativas a regulaciones que desincentivan la inversión de capital y la innovación en procesos.
- Barreras financieras, el bajo y tardío retorno de la inversión y problemas de liquidez de los productores de café y beneficios.

- Barreras de mercado, insuficiente acceso a nichos de mercado y débiles incentivos de mercado para fertilizantes GEI-eficientes.

Con el NAMA Café se busca la combinación inteligente de incentivos públicos y de mercado para aumentar los sumideros de carbono, reducir las emisiones de óxido nitroso y metano, esto combinado con prácticas de adaptación climática (Feoli, comunicación personal, 2013).

Este NAMA pretende la reducción potencial de 30.000t de CO<sub>2</sub> por año y la fijación de aproximadamente 90.000t de CO<sub>2</sub> por año, para un total de 120.000 t de CO<sub>2</sub> por año, una vez que sea instrumentada (Feoli, comunicación personal, 2013).

#### 4.5.2 Ganadería

En el sector agropecuario las mayores emisiones se producen en la actividad ganadera, por ser la principal fuente de metano del país. La segunda fuente importante de emisión son los óxidos nitrosos procedentes de la aplicación de fertilizantes.

En el sub-sector ganadero existen dos grupos de trabajo que conforman la Mesa Ganadera:

- Grupo institucional: MAG con sus direcciones INTA, Extensionistas y Asuntos Internacionales (Comisión de Cambio Climático del MAG).
- Grupo de socios estratégicos: MAG, MINAE, PNUD, CORFOGA

y Cámara de Productores de Leche.

Actualmente se ha redactado el borrador de NAMA ganadería denominado “Un sector Ganadero más eco-competitivo a través de prácticas de producción bajas en emisiones y transformacionales”, cuyo objetivo es alcanzar una ganadería de precisión, mediante la gestión de fincas ganaderas, con base en la existencia de variabilidad en el campo, ajustando medidas a los atributos de cada finca, optimizando costos y maximizando productividad. Incluye carne (34%), lácteos (21%) y doble propósito (38%), en todo el territorio nacional designado a esta actividad (Valverde, comunicación personal, 2013).

Según el MAG (2013), la transformación de las prácticas ganaderas en la dirección correcta mejorará significativamente los ingresos y la calidad de vida de más de 34.000 productores en el país (80% de las fincas dentro del alcance del NAMA), sector con escasos recursos disponibles para ser más competitivo.

Este NAMA es visualizado en varias etapas. La primera de ellas con miras al 2021 buscará la implementación de las medidas en 10% de las fincas nacionales, como etapa piloto. Posteriormente se procurará la implementación en 80% de las fincas nacionales, aplicables al 2028 y cosechando los beneficios asociados. Se seleccionarán fincas con productores líderes que servirán como ejemplo al sector (Valverde, comunicación personal, 2013).

En el proceso de construcción del NAMA Ganadería se han identificado fortalezas y barreras y se tienen definidas las siguientes metas:

- Cambio a fertilizantes de liberación lenta: la aplicación más eficiente y/o el cambio a los de liberación lenta, reduce las emisiones por fertilizantes en fincas lecheras.
- Rotación de pasturas y cercas vivas: se ha comprobado que dividir el área de pasto para asegurar que el ganado cambie de espacio al menos cada 2-3 días permite que pasturas crezcan más saludables, y los suelos capturen más carbono. Adicionalmente, si se separan estas áreas con cercas vivas se logra la captura de carbono.
- Mejora de pasturas: la mayor captura de carbono por pastos y suelos, y la mejora en dietas de ganado reduce fermentación entérica, aumenta la productividad y las tasas de reproducción.
- Sistemas silvopastoriles: la plantación de árboles en fincas provee sombra para ganado y captura carbono. Cuando los árboles existentes en la finca cumplen su vida útil se debe haber realizar su reemplazo.
- Otras relevantes acciones como el manejo de excretas y genética se excluyen del NAMA, por vacíos de información y barreras mayores, pero serán parte de la Estrategia Nacional de Ganadería Sostenible.
- Otros actores de la cadena de valor como distribución y

mataderos serán temas de futuras etapas del NAMA.

Con el NAMA Ganadería el potencial de mitigación se estima en 6.891.175t de CO<sub>2e</sub>, en cinco años de implementación nacional, en donde 524.545t de CO<sub>2e</sub> corresponden a medida de reducción y 6.366.630t de CO<sub>2e</sub> son por captura adicional. La captura estaría en 451.278 ha de área boscosa y 45.342ha de plantaciones forestales (Valverde, comunicación personal, 2013).

#### 4.5.3 Caña de azúcar

En el sub-sector cañero se hizo un estudio en donde se analizaron escenarios de costo-efectividad, de las medidas de mitigación en caña de azúcar (CINPE, 2012). El estudio analizó las emisiones de óxido nitroso en la producción de caña de azúcar, que son generadas como resultado del proceso de fertilización nitrogenada.

Según dicho estudio, el sector cañero costarricense tiene el potencial de contribuir a la mitigación de las emisiones de óxido nitroso que se generan en las plantaciones. Esto crea condiciones para el establecimiento de un NAMA Caña de Azúcar, entendido como el conjunto de acciones voluntarias de mitigación de GEI del sector productivo, y que son apropiadas para el contexto costarricense (CINPE, 2012).

El análisis de los escenarios de mitigación mostró, que las acciones requeridas para el cambio incluyen el acompañamiento a

los productores para la racionalización del uso de fertilizantes (escenario 1), la provisión de información técnica validada para el uso de fertilizantes de lenta liberación y el uso controlado del nitrógeno (escenarios 2 y 3) (CINPE, 2013).

Al momento del presente informe el equipo técnico de LAICA se encuentra analizando dicho estudio, con el fin de decidir la viabilidad de desarrollar un NAMA Caña de azúcar<sup>11</sup>.

#### 4.5.4 Fincas productoras

El MAG a través del INTA, desarrolló un proyecto denominado “Desarrollo de la capacidad local en tecnologías agrícolas bajas en carbono y amigables con el ambiente”. El proyecto consiste en contribuir a la protección del ambiente, al crecimiento económico y a la seguridad alimentaria de las comunidades, mediante la promoción e intercambio de tecnologías agrícolas bajas en carbono y la integración de los agricultores como agentes de cambio<sup>12</sup>.

Los objetivos del proyecto son: i) Validar y transferir tecnologías seleccionadas y su impacto en la huella de carbono; ii) Fortalecer la adopción de nuevas tecnologías que fomenten el crecimiento económico y la seguridad alimentaria, mitigación y adaptación ante el cambio climático, iii) Promover

a los productores como agentes de cambio en la mitigación de cambio climático (Ramírez, comunicación personal, s.f).

Este proyecto fue presentado como un NAMA durante la COP 18 en Doha y sus resultados relevantes a la fecha son: compartir e intercambiar experiencias de más de 10 tecnologías identificadas de bajo costo y de baja huella de carbono, tales como: organoponía; agricultura orgánica; fincas integrales; manejo pasturas; biodigestores; biochar; terra preta; tecnologías ABC (agricultura bajo costo): compost sellado, biofertilizantes, eras permanentes, manejo y conservación de semillas criollas; tecnologías ACI (Agricultura climáticamente inteligente): LACE (ácido láctico mejorador nutrición); SIM (super microorganismos nativos), fermento de plantas, fermento de frutas, aminoácidos de pescado, bioplaguicida microbial naturales (Valverde, comunicación personal, 2012).

Se han implementado además siete “Vitrinas Tecnológicas”, en apoyo a los procesos de formación y transferencia de estas tecnologías, las cuales están ubicadas en (Ramírez, comunicación personal, s.f):

- ✓ Hortalizas: La Rita en Pococí, Monterrey de Cariari, Finca Montaña de Agua en Río Claro.
- ✓ Café: Finca Roy Solís en San Gerónimo, finca ASOPROLA y finca Olivier Cortez en Bioley, San Isidro.
- ✓ Piña orgánica, en Acosta.

Actualmente el INTA está midiendo la huella de carbono con el propósito de evaluar la disminución de la misma en las tecnologías ACI y ABC; manteniendo o mejorando la productividad y la calidad de tecnologías como la hidroponía y la agricultura orgánica tradicional. Los resultados cuantificados según Ramírez (comunicación personal, s.f) son:

- Doble de productividad que hidroponía y agricultura orgánica tradicional.
- Ciclos de cultivos un 33% más cortos, lo que significa que por dos cosechas en hidroponía o agricultura orgánica tradicional se logran tres cosechas en organoponía y terra preta.
- El tamaño de los frutos de pepino es de entre un 25 a 33 % mayor en ABC, organoponía y terra preta que en hidroponía o agricultura orgánica tradicional.
- Al ser los ciclos más cortos, no le da tiempo a las plagas y enfermedades a desarrollarse tanto como en las plantas más lentas, lo que disminuye el uso de insecticidas y fungicidas, y a su vez baja la huella de carbono.
- El uso de las composteras selladas (ABC) baja las emisiones de gases de efecto invernadero durante los procesos de mineralización y al no requerir atención bajan la huella de carbono por labores de procesamiento del compost (principalmente de aquellos compost que requieren que se revuelva la materia orgánica).

11. Comunicación electrónica Guillermo González, Dirección de Asuntos Internacionales, MAG.

12. Comunicación personal Laura Ramírez, INTA-MAG.

La otra medición que se realiza es la fijación de carbono con tecnologías ABC, organoponía y terra preta, para ello se realiza el muestreo de los sustratos y se observa la evolución de carbono y la actividad microbiológica, lo que se quiere saber es si el carbono añadido se mantiene en el suelo o no, sea en forma de biochar o como glomalina (Ramírez, comunicación personal, s.f).

Además, para mitigar la crisis del carbono y la materia orgánica se promueven las cercas vivas, que sirven como fuente de materiales para el compostaje y las preparaciones ACI, organopónicas y el mulch, evitando que se emita metano por la descomposición descontrolada de los residuos de las podas. Se está promoviendo la producción de biochar como una estrategia para fijar carbono, tanto en organoponía como en terra preta, para ello se utilizan los residuos de las podas de los árboles de las cercas vivas y los desrames de los materiales para compostaje, así como algunos rastrojos de cultivos altos en lignina (Ramírez, comunicación personal, s.f).

## 4.6 Industria

El sector industrial elaboró en el año 2009 una Estrategia Industrial ante el Cambio Climático, apoyado por GTZ (hoy GIZ), dentro del programa CYMA (Competitividad y Medio Ambiente), en el marco de un acuerdo entre la Cámara de Industrias de Costa Rica y la Cámara Nacional de la

Industria de la Transformación de México (GTZ, 2009).

La estrategia plantea cinco lineamientos estratégicos alineados con la ENCC. En el lineamiento de mitigación, el sector industrial establece las siguientes acciones (GTZ, 2009):

- Impulsará el desarrollo de programas de eficiencia energética en el sector.
- Desarrollará programas para la incorporación de energías renovables en el sector, reemplazando parcial o totalmente fuentes emisoras de gases con efecto invernadero.
- Propiciará los esfuerzos encaminados hacia una producción eléctrica basada en fuentes renovables, con una ampliación de las opciones disponibles y una descentralización de la generación.
- Programas de fijación de emisiones de gases con efecto invernadero, con respaldo científico y tecnológico para la compensación con visión de largo plazo.
- Impulsará la transabilidad de bonos de carbono, como una medida de mercado para propiciar las iniciativas de reducción de emisiones con la implementación de eficiencia energética o energías renovables.
- Propiciará el desarrollo de programas de acompañamiento integral para la reducción de emisiones y compartir las experiencias, para ayudar en la toma de decisiones en el sector.

Por otra parte, desde el 2012 se desarrolla en el país el Programa Acción Clima que apoya dos iniciativas en el sector industrial, que tienen importancia en la mitigación de gases de efecto invernadero. Uno es el uso sustitutivo de refrigerantes de menor impacto, como propano, butano o CO<sub>2</sub> y el otro es la sustitución de combustibles de uso industrial más limpios, procedentes de residuos de procesos; por ejemplo el pellet, elaborado con desechos de aserrín, buruchas y ramas comprimidas<sup>13</sup>. Se tiene un proyecto piloto con este combustible que será ejecutado por la empresa Firestone, que puede reducir hasta un 50% de combustible fósil (Summa, 2013).

## 4.7 Residuos sólidos

En el año 2008 el gobierno, con el apoyo de la GTZ (hoy GIZ), a través del Programa CYMA, elaboró el Plan de Residuos Sólidos (PRESOL), desarrollado por una plataforma interinstitucional conformada por MIDEPLAN, Ministerio de Salud, MINAE, IFAM y la Cámara de Industrias de Costa Rica (CYMA, 2008).

En este plan se hace un diagnóstico de la situación del país en el tema de residuos sólidos, se definen los mecanismos para ser instrumentados y se establecen 31 acciones estratégicas. Las etapas para instrumentar la Gestión Integral de Residuos Sólidos

13 Comunicación personal de Sergio Musmani, Programa Acción Clima, GIZ.

(GIRS) son cinco, de las cuales Costa Rica se encuentra en dos niveles: en la zona urbana se encuentra en la etapa 2: recolección y disposición controlada de residuos y en la zona rural está en la etapa 1: recolección y disposición no controlada de residuos (CYMA, 2008). Sin embargo, en la actualidad algunos sectores y regiones del país se encuentran en la etapa 3: manejo optimizado de residuos en la etapa, mientras que en casos aislados se ha alcanzado la etapa 4: gestión integral de residuos sólidos.

En el año 2010 se promulgó la Política Nacional sobre Gestión Integral de Residuos 2010–2021, la cual está alineada con el PRESOL y los planes municipales. Comprende estrategias de educación y cambio de hábitos por parte de la población y ha sido enfocada como una oportunidad de ingresos o negocios, en lugar de verlo como un problema (Ministerio de Salud, 2011).

También en el mes de julio del año 2010, el país aprobó la Ley N° 8839 para la Gestión Integral de Residuos (CYMA, 2010), lo que le proporcionó el marco jurídico para instrumentar las iniciativas de mitigación este sector. El artículo 2 de la ley referente a los objetivos, en el inciso h) indica específicamente que se debe evitar el inadecuado manejo de residuos que contribuyan al cambio climático.

Por su parte la CEPAL con el apoyo de la GTZ, realizó una evaluación del potencial de reducción de GEI y producción de energía a partir de rellenos sanitarios, en

las ciudades de Costa Rica (Janssen, 2010), en donde se compila información relevante acerca de un futuro programa de mitigación de GEI en el sector de residuos sólidos de Costa Rica, como base de discusión para los actores involucrados. Posteriormente, el Programa CYMA retoma dicho estudio y hace una estimación del potencial de mitigación en el ámbito de GIRS en Costa Rica (Janssen, 2012); para ello se aplica la calculadora MRS-GEI. En dicho estudio se indica que se pueden observar algunas tendencias, tales como:

- Hay una dinámica creciente del sector privado (generadores, recicladores, operadores de rellenos) en el ámbito de GIRS.
- Existe un incremento en las cantidades recicladas y nuevas iniciativas dentro de este ámbito.
- Disposición en rellenos sanitarios aparentemente con cantidades similares a las de hace unos años, pero con más sitios fuera del GAM que califican como relleno sanitario.
- En uno de los rellenos sanitarios del GAM se instaló una captación activa de biogás.
- En términos generales, los datos disponibles sobre la GIRS y los flujos de los Residuos Sólidos Ordinarios en (RSO) en Costa Rica muestran muchas debilidades.
- Hasta el momento no existe un sistema nacional de información acerca de las cantidades, características y flujos de los

diferentes tipos de residuos sólidos.

- En muchos ámbitos no existen cifras exactas y subsecuentemente los cálculos se basan en algunos supuestos. Datos de diferentes fuentes muestran inconsistencias.

## 4.8 Vivienda y Ordenamiento Territorial

Este sector fue incorporado como importante dentro de la ENCC. Se logró introducirlo como Vivienda y Ordenamiento Territorial, cuya rectoría le corresponde al MIVAH<sup>14</sup>. Se adicionó el tema de ordenamiento territorial con una visión más integral, introduciendo el concepto de movilidad y ordenamiento territorial y no limitándolo solo a tomar consideraciones estructurales de las viviendas.

El sector vivienda y ordenamiento territorial, en materia de cambio climático, posee dos políticas<sup>15</sup>:

- La Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040, que cuenta con un Plan Nacional de Ordenamiento Territorial 2014-2020.
- Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos 2013 a 2030, que está por oficializarse.

Además, el MIVAH ha integrado en el Plan GAM al año 2030, el

14 Comunicación personal de Erick Mata, MIVAH.

15 Comunicación personal de Erick Mata, MIVAH.

tema de cambio climático, el cual fue oficializado por decreto.

En la Política Nacional de Ordenamiento Territorial se establece un eje transversal denominado Gestión del Riesgo y Cambio Climático, el cual lo vincula y alinea con la ENCC (MIVAH, 2013).

Más concretamente, el Plan Nacional de Ordenamiento Territorial 2014-2020, establece un eje de Protección y Manejo Ambiental, el cual contiene un lineamiento para promover el uso alternativo de transporte y la reorganización del transporte público (MIVAH, 2013).

Por otra parte, la Política Nacional de Vivienda 2013 a 2030 que está alineada con la Política Nacional de Ordenamiento Territorial, cuenta con un eje ambiental donde uno de los temas estratégicos es el cambio climático. El lineamiento N°20 establece, que se debe contribuir con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, para lograr la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en el sector vivienda y asentamientos humanos (MIVAH, 2013). Entre las principales acciones está el diseño, ejecución y evaluación de un Plan Nacional para la Mitigación y Adaptación a los Efectos del Cambio Climático en el Sector Vivienda y Asentamientos Humanos y la certificación de “Proyecto Eco-sostenible” para proyectos de vivienda de interés social (MIVAH, 2013).

Existe además una mesa interinstitucional conformada por el MIVAH, DCC, BANHVI, INVU, CFIA y la Cámara de la Construcción. Eventualmente participa Green Building Consulting, como parte

de la sociedad civil. Además, se cuenta con el apoyo de organismos internacionales<sup>16</sup>.

A través del Proyecto FIRM se contrató a un grupo consultor para el establecimiento de una Estrategia de desarrollo bajo en carbono, en ciudades de Costa Rica, con énfasis en el GAM.

Otras acciones que se están desarrollando en el sector, a través del MIVAH son<sup>17</sup>:

- Se están modificando las especificaciones de las viviendas del sector social. Se está revisando la directriz N°7, del año 2003, incluyendo conceptos de sostenibilidad de vivienda.
- Además se busca que los desarrolladores de proyectos urbanos incorporen elementos eco-sostenibles.
- Se están incorporando casos exitosos para mostrarlos como ejemplos. La estrategia desarrollará talleres de capacitación, lo cual genera gente capacitada sobre mejores prácticas.

El MIVAH está promoviendo en el sector vivienda un NAMA denominado “Viviendas y ciudades bajas en emisión de carbono”, el cual está enfocado a promover el desarrollo urbano compacto, con edificios bajos emisores de carbono con largo ciclo de vida. El NAMA vivienda se presentó en Copenhague y se está en espera de la aprobación.

16 Comunicación personal Erick Mata, MIVAH.

17 Comunicación personal Erick Mata, MIVAH.

## 4.9 Otros esfuerzos

Desde hace más de dos décadas, Costa Rica ha venido asumiendo fuertes compromisos que han tenido un impacto positivo en la reducción de gases con efecto invernadero, tal es el caso de la consolidación de una red de áreas protegidas privadas y públicas, que ha estimulado actividades como el ecoturismo y la investigación; una ley forestal que prohíbe el cambio de uso de la tierra y establece un esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), el cual ha servido de modelo a países como México y El Salvador, así como el impulso a la reforestación y el control de la tala ilegal; el Programa Bandera Azul y los Programas de Gestión Ambiental Institucional, este último apoyado por la Oficina Técnica de Cooperación Española. Todo esto ha permitido que a la fecha, aproximadamente la mitad del territorio nacional se encuentre cubierto de bosques (cambio-climaticocr.com).

### 4.9.1 Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI)

El PGAI fue establecido vía decreto, a través del Reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional, en el sector público de Costa Rica (Costa Rica, 2011). Su sustento legal está en la ley de Gestión Integral de Residuos N° 8839, que exige a las instituciones de la administración pública implementar sistemas de gestión ambiental en todas sus dependencias. Este

programa está a cargo de la Dirección de Gestión y Calidad Ambiental (DIGECA), con el apoyo de la DSE y la DCC.

El cumplimiento de su reglamento es de acatamiento obligatorio por los jefes de las instituciones, con sanciones establecidas en las leyes de Ambiente, Administración Pública y Gestión de Residuos Sólidos, lo que lo convierte en un instrumento importante para promover acciones positivas de mitigación al cambio climático, en las operaciones de las respectivas instituciones. De igual forma, se establecen condiciones para incentivar y reconocer los esfuerzos de estas instituciones, de manera que no sea solamente coercitivo, se establece una eco-competitividad en donde se ganan puntos por desempeño (Costa Rica, 2011).

El PGAI se encuentra debidamente alineado con la ENCC y establece la elaboración de un diagnóstico energético y el inventario de gases de efecto invernadero, así como la aplicación de varias herramientas para la elaboración de programas institucionales.

#### 4.9.2 Eco-Eficiencia Empresarial

Este programa es una iniciativa de la empresa privada, dirigido por la Asociación Empresarial para el Desarrollo (AED). Surge para dar respuesta a la necesidad de las empresas de reducir sus emisiones.

La iniciativa está amparada al Programa Bandera Azul Ecológica del MINAE. A partir de los sitios web [www.ecoeficienciaempresarial.com](http://www.ecoeficienciaempresarial.com) y [www.aedcr.com](http://www.aedcr.com) se comparten experiencias y metodologías para promover

la reducción de emisiones en las empresas. Además, se cuenta con una herramienta de medición.

Eco-Eficiencia Empresarial también capacita a empresarios y personas de la sociedad civil sobre la medición de emisiones GEI. El programa se ha extendido a Centroamérica. En Panamá y El Salvador hay 25 empresas en cada uno y se espera hacer lo mismo en Honduras y Guatemala.

Paralelamente el programa contempla expandir su área de acción en los gobiernos locales y cuenta con el apoyo del MEP y del MINAE. El proyecto piloto se firmó a inicios del 2014 con la municipalidad de Santa Ana, mediante el mismo se galardona y crea competencia entre los cantones. Además el programa se enfoca en hogares sostenibles, centros educativos y empresas.



# CAPÍTULO 5

## PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Costa Rica ha realizado numerosos esfuerzos por desarrollar estudios que determinen líneas base de análisis y sobre todo que identifiquen acciones concretas para promover medidas de adaptación al cambio climático.

A nivel nacional se han identificado siete sectores prioritarios para la adaptación al cambio climático: hídrico, energía, infraestructura, salud, pesca y zonas costeras, biodiversidad, y agropecuario. Los sectores que muestran mayores avances en el diseño e implementación de esfuerzos para adaptarse al calentamiento global en Costa Rica, son el hídrico, el agropecuario, la biodiversidad y la energía.

En este capítulo se presentan los principales resultados de dichos sectores y los programas que se han desarrollado a nivel nacional o regional, para promover una adecuada adaptación al cambio climático, desde la gestión pública con el involucramiento del sector privado y con la participación de organizaciones de la sociedad civil.

### 5.1 Recurso hídrico

En el contexto actual, la generación de información básica que fundamente estrategias de adaptación al cambio climático con el fin de aumentar la capacidad de respuesta de las comunidades, mejorar su desarrollo humano y utilizar sosteniblemente el recurso hídrico, se convierte en una herramienta de planificación.

Por esa razón, en el año 2011 se elaboró un estudio que analizó la situación de riesgo en que se encuentra el sistema hídrico de Costa Rica ante los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos, afines a un calentamiento global. Esta información es valiosa para la toma de decisiones, con el fin de disminuir el riesgo y la vulnerabilidad en las comunidades y contribuir con una visión futura de producción y aprovechamiento de los recursos, en forma sostenible y aplicada siempre al desarrollo integral del ser humano.

La metodología utilizada en la evaluación del riesgo actual del sistema hídrico, permitió el

análisis a nivel cantonal para todo el país. Se utilizó como plataforma conceptual la gestión del riesgo, asumiendo éste como una función de la vulnerabilidad y la amenaza, de forma tal que el riesgo existe solo si la vulnerabilidad y la amenaza coinciden en tiempo y espacio.

Se identificaron aquellos cantones que bajo algunas características sociales y económicas relacionadas con el recurso hídrico y el desarrollo humano, son los más propensos a sufrir los impactos de eventos extremos del clima, razón por la cual “estos puntos calientes” deben ser considerados como prioritarios en el diseño y ejecución de medidas de adaptación. Si la amenaza está invisibilizada, el marco de vulnerabilidad no debe ser la base de la estrategia de adaptación ante el cambio climático. Además, si no hay referencia de la frecuencia de impactos por amenaza climática sobre estas áreas vulnerables, se puede cometer el error de planificar y gestionar solo sobre una

base social y no necesariamente sobre una base de riesgo.

La vulnerabilidad fue estimada a partir de 14 indicadores sociales y económicos, agrupados en tres componentes básicos: infraestructura, servicios y condición humana. Estos tres componentes están ligados bajo un esquema de asociación, que a la vez responde a la presión que ejerce el cambio en el clima. Los efectos de esta presión sobre los componentes, afectan la gestión del recurso agua y esta a su vez, el desarrollo humano. Los indicadores se normalizaron e integraron en un Índice de Vulnerabilidad Estandarizado, cuyo momento de análisis debe situarse en la primera década de este siglo debido a los diferentes períodos de recolección de información. La información fue procesada en un sistema de información geográfica (SIG), para ser expresada como un mapa que presentara cinco niveles de vulnerabilidad: alto, medio alto, medio, medio bajo y bajo. Dicho análisis de vulnerabilidad se realizó a nivel de provincia y cantón.

La amenaza se estimó a partir de dos escenarios climáticos extremos: seco y lluvioso. Se construyó un índice climático tomando en cuenta cinco criterios: área porcentual del cantón con un núcleo importante de lluvia (exceso o déficit), frecuencia de aparición de eventos extremos, frecuencia de impactos (sequía o inundación), magnitud del evento y cobertura relativa espacial del evento. La información fue llevada a un SIG para ser expresada como un mapa que presentara cinco

niveles de amenaza: alto, medio alto, medio, medio bajo y bajo. El análisis de amenaza actual se realizó a nivel de región climática y cantón. Finalmente, el análisis de riesgo se efectuó sobreponiendo la información de amenaza y vulnerabilidad, por provincia y cantón. Con las capas de información se crearon dos escenarios: riesgo climático para eventos extremos lluviosos y secos.

Los resultados mostraron que la provincia de Limón tiene el mayor índice de vulnerabilidad del país, seguida por Puntarenas y Guanacaste. Las causas de vulnerabilidad en cada provincia son muy particulares, las provincias distantes a la capital del país (Limón, Puntarenas y Guanacaste) tiene alta vulnerabilidad debido a la pobreza, asociada a falta de vivienda digna, y a la ausencia de servicio eléctrico y de agua potable por acueducto; mientras que las provincias del centro del país (San José, Alajuela, Cartago y Heredia), son vulnerables debido a problemas de servicios ambientales (falta de cobertura boscosa, uso de tanques sépticos como forma de eliminar las excretas) servicios de salud (baja densidad de

EBAIS por población) y baja disposición de agua por persona (ver figura 5.1).

A nivel cantonal se encontró que la vulnerabilidad está asociada a patrones de pobreza, Índice de Desarrollo Humano (IDH) o Desarrollo Relativo al Género (IDG). En la figura 5.2 se muestra que de los 15 cantones más vulnerables, 11 tienen los menores IDH al 2007 y 10 presentan los más bajos IDG. En general estos cantones carecen de vida saludable, educación, poder adquisitivo y vivienda digna. Los más vulnerables dentro de esta situación de pobreza son: niños, adultos mayores y personas con alguna discapacidad física.

En cuanto a los resultados de amenaza del sector hídrico que se presenta en los escenarios extremos: seco y lluvioso, se encontró que ambos escenarios se correlacionan con la geografía nacional, principalmente en precipitación. Por la magnitud de la sequía, su frecuencia de aparición, la cobertura geográfica, la frecuencia de impactos y su extensión, los cantones catalogados como de “alta amenaza por sequía” son todos los de la Provincia de Guanacaste,

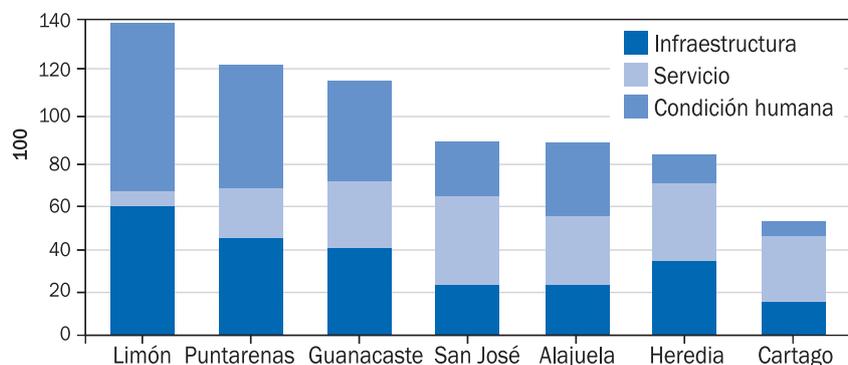


FIGURA 5.1. Vulnerabilidad por provincias.

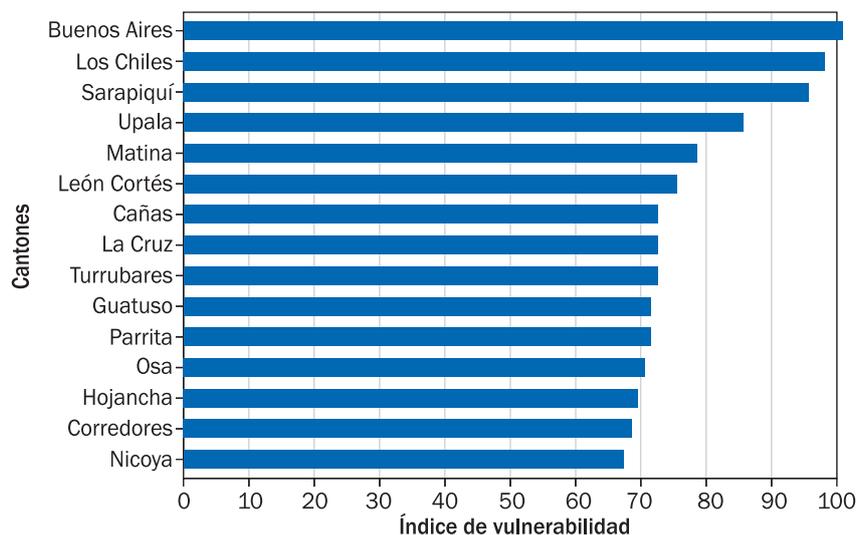


FIGURA 5.2. Cantones de mayor vulnerabilidad coincidentes con el menor índice de desarrollo humano y género.

riesgo, mientras que Heredia es la de menor riesgo debido a su baja vulnerabilidad.

Los resultados sobre el riesgo indican que, cualquier área geográfica de Costa Rica tiene riesgo de que un evento extremo cause una sequía o una inundación y que esta impacte negativamente la administración de agua potable, afectando el desarrollo humano y el desarrollo de las comunidades, especialmente aquellas más vulnerables. Todo el país debe estar preparado, sin embargo, comparativamente existen zonas de mayor riesgo climático y deben ser

el cantón central de Puntarenas y los cantones de Mora, San José, Tibás y Cartago como se observa en la figura 5.3.

En cuanto al escenario lluvioso se refiere, las mayores precipitaciones a nivel anual se presentan en el Caribe y en el Pacífico Central y Sur. Por la magnitud de las lluvias extremas, su frecuencia de aparición, la cobertura geográfica, la frecuencia de impactos y su extensión, los cantones catalogados de “alta amenaza por lluvias extremas” son Limón, Matina, Guácimo, Pocosí, Sarapiquí, Parrita, Osa, Tarrazú, Upala y Guatuso (figura 5.4).

Con respecto al riesgo del sistema hídrico, los resultados muestran que la distribución del riesgo climático ante eventos extremos se ajusta a una distribución normal. Tal como se muestra en la figura 5.5, en el caso de escenarios secos extremos a nivel de provincia, Guanacaste y Puntarenas son las que presentan mayor

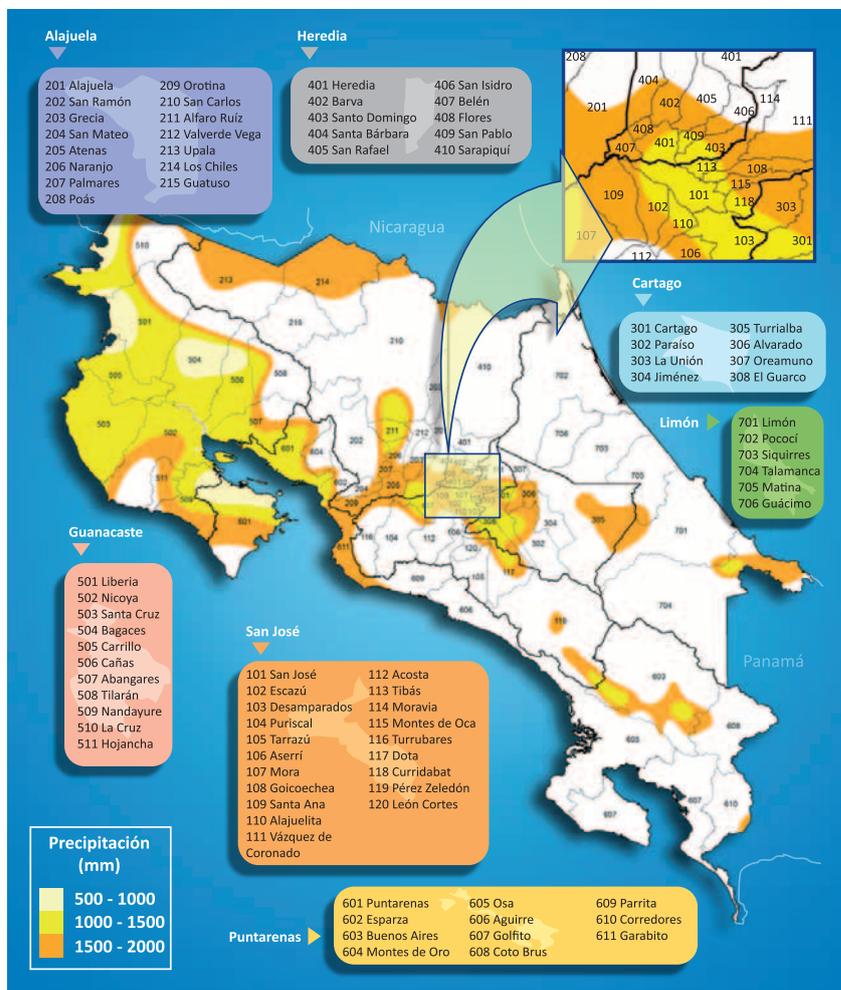


FIGURA 5.3. Índice de amenaza climática (eventos secos).

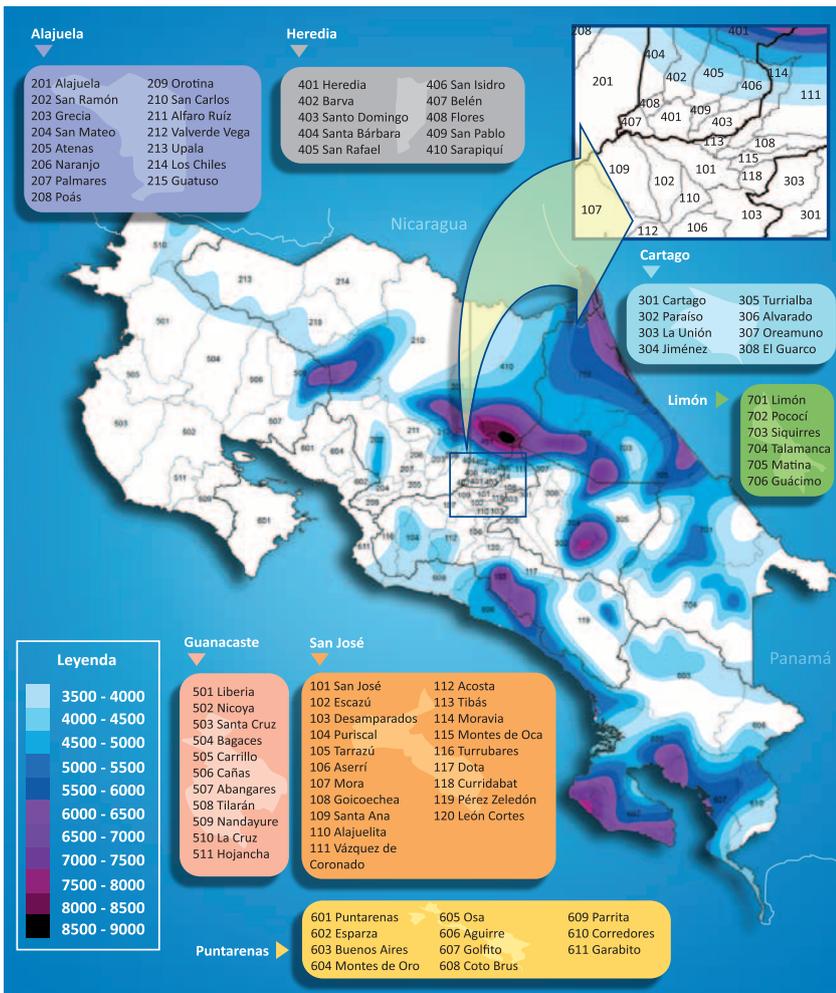


FIGURA 5.4. Índice de amenaza climática (eventos lluviosos).

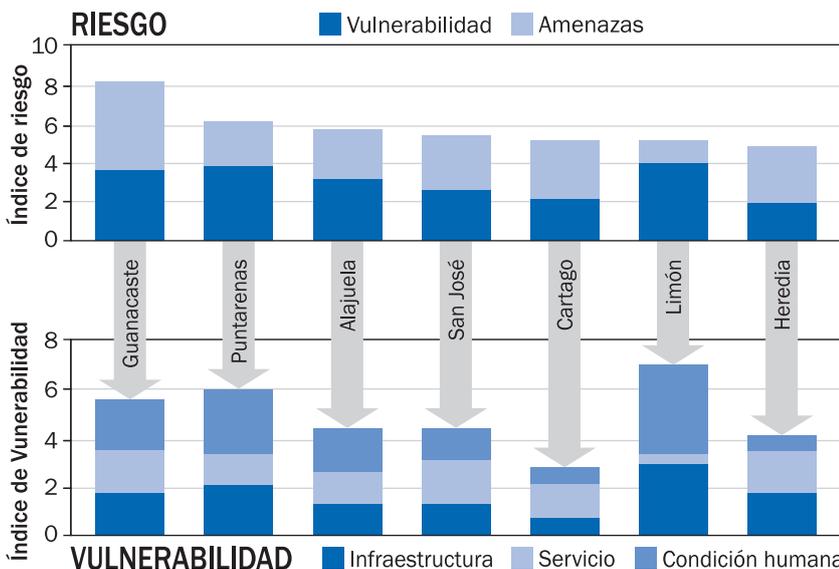


FIGURA 5.5. Componentes de riesgo climático y vulnerabilidad por provincia (evento extremo seco).

identificadas para priorizar medidas de adaptación.

En el caso de escenarios lluviosos extremos a nivel de provincia, Limón y Puntarenas tienen mayor riesgo, mientras que Cartago es la menos vulnerable (ver figura 5.6). El riesgo por eventos extremos lluviosos guarda una estrecha relación con la vulnerabilidad de las provincias, a mayor vulnerabilidad mayor riesgo y viceversa.

### 5.1.1 Medidas de adaptación

El impacto del cambio climático en el recurso hídrico y su necesaria adaptación, es una realidad que requiere de tratamiento urgente priorizando la implementación eficaz de medidas a través de acciones reales, concretas y realizables, desde los ámbitos de acción de los diversos sectores institucionales.

Las acciones propuestas, aunadas a una verdadera concientización de la población costarricense sobre la problemática que potencialmente ocasiona el cambio climático sobre el recurso hídrico, constituye la preparación fundamental para que las presentes y futuras generaciones asuman el reto de formar parte de una sociedad activa y en constante adaptación a este fenómeno y a sus consecuencias extremas.

Las medidas de adaptación propuestas, tienen como objetivo que la población del país logre reducir los efectos adversos del cambio climático en el sector hídrico y los impactos de este sobre los sectores sociales, económicos y ambientales. Para ello

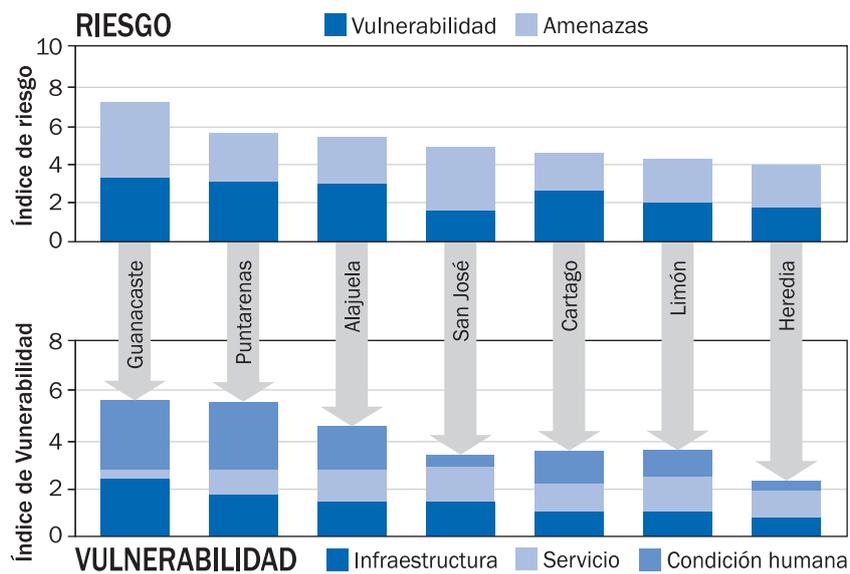


FIGURA 5.6. Componentes del riesgo climático por lluvias y la vulnerabilidad por provincia.

se identificaron los principales vacíos y desafíos con que cuenta Costa Rica en este tema, a partir de los cuales se priorizaron medidas concretas, las cuales fueron retroalimentadas con dos talleres participativos donde se interactuó con especialistas de diferentes ámbitos y se complementó con una revisión exhaustiva de todas las medidas y políticas desarrolladas en el país en los últimos años, por diferentes instituciones públicas y privadas.

Dentro de los sectores analizados, uno de los identificados como más importantes fue el de abastecimiento de agua potable, para el cual se establecieron medidas de adaptación que no representan inversiones enormes. El recurso hídrico es uno de los más importantes insumos para el desarrollo económico, por lo que invertir en medidas de adaptación trae consigo beneficios para este sector e indirectamente para otros. Los desafíos más

importantes que tiene el país en este tema están relacionados con la gestión técnica de los acueductos, donde se proponen medidas urgentes en infraestructura, medidas para garantizar la oferta de recursos hídricos subterráneos, así como medidas de operación y mantenimiento de los acueductos y alcantarillados. Se identificaron grandes deficiencias en la gestión administrativa de las asociaciones administradoras de los acueductos (ASADAs), planteándose la necesidad de reformar el sistema tarifario, las fuentes de financiamiento y el apoyo institucional.

Adicionalmente, el abastecimiento de agua potable plantea grandes desafíos en el tema de mejorar la información existente, sobre disponibilidad del recurso y el monitoreo del mismo. Para ello se recomiendan medidas orientadas a mejorar el uso del recurso hídrico, medidas para analizar las características físicas del entorno espacial de cada acueducto,

con el fin de definir mejoras, así como optimizar los sistemas de micromedición y la generación de información meteorológica pertinente.

De igual forma se identificaron vacíos en la regulación, planteándose medidas de adaptación dirigidas a utilizar el ordenamiento territorial y el uso de la legislación, así como de instrumentos económicos.

Las medidas de adaptación propuestas, muestran la necesidad de realizar estudios sobre el uso que se le da al agua destinada a riego en las diferentes zonas del país, ya sea que provenga de pozo, concesión privada o de alguno de los distritos de riego.

Con los resultados obtenidos es posible analizar la viabilidad de establecer un plan de acción nacional, para mejorar mediante tecnología la eficiencia en el uso y la distribución del agua de riego en Costa Rica.

En el sector agropecuario, la priorización de medidas de adaptación parte del hecho de que no todos en ese sector van a tener las mismas posibilidades de adaptación o van a sufrir la misma intensidad de eventos. Para ello se plantean una serie de medidas de adaptación, enfocadas en la necesidad de mejorar los sistemas de riego, una mejor planificación sectorial, variedades de cultivos que podrían adaptarse mejor al cambio climático, investigación sobre plagas y enfermedades de los cultivos, la importancia de los ecosistemas y servicios ambientales, buenas prácticas de cultivos, así como medidas relacionadas

con el papel institucional y legal del sector agrícola.

Se plantean otras medidas dirigidas tanto a la mejora urgente de la recolección de la información, como a la promoción de investigación, que generen un mayor conocimiento para sustentar de forma más adecuada las amenazas y sus características territoriales, así como la eficiencia en el cobro y medición del agua, el financiamiento, seguros, incentivos e inversión.

A partir del análisis de la literatura, los talleres y la realidad nacional, se han propuesto una serie de campos de investigación que establecen el diseño de las soluciones de adaptación más urgentes. Específicamente, las medidas planteadas enfatizan la necesidad de sistematizar y completar el análisis de amenazas causadas por eventos hidrometeorológicos (inundaciones y deslizamientos), reformar la gestión de la información de base hidrometeorológica, asignar a las instituciones responsables un presupuesto para la expansión geográfica de mediciones de distintos parámetros como precipitación, temperatura, caudal en los ríos y otras variables de importancia.

Otro de los elementos prioritarios es el de educación, capacitación y sensibilización, las medidas de adaptación planteadas revelan la importancia del tema como un instrumento que permite acortar la distancia entre los resultados de las investigaciones y la información esencial, sobre la adaptación del recurso hídrico al cambio climático y los distintos sectores

de la población de quienes depende la puesta en práctica de dichas medidas. También se plantea la importancia de aprovechar las oportunidades existentes, tanto en el sistema de educación formal, como el no formal e informal, y por ende lograr articular esfuerzos para que la sociedad costarricense conozca sobre el tema, desarrolle una sensibilidad hacia el mismo, tenga claro su papel y lleve a cabo acciones concretas que contribuyan realmente con la adaptación a nivel nacional.

Dentro de las medidas de adaptación propuestas, se encuentran también las relacionadas con la adaptación climática de los edificios. Al existir problemas de confort climático en los edificios, se debe analizar como la adaptación de éstos se puede realizar de manera económica y eficiente, mejorando los microclimas internos y brindando mejor calidad de vida a los usuarios del sitio. En este sentido la aplicación de estrategias de climatización pasiva en edificaciones, son medidas de adaptación ante el cambio climático consideradas como importantes. Las medidas propuestas plantean cambios en la legislación, cambios institucionales, en la forma de construir, de educación y de alianzas internacionales.

Al igual que los temas mencionados anteriormente, el ámbito legal juega un papel muy importante en la adaptación al cambio climático. En el país, existe una gran cantidad de normas relacionadas con la administración, uso y protección del recurso hídrico, a través de las cuales se crean y

otorgan competencias a diversas instituciones. No obstante, la gestión del agua es deficiente y en algunas situaciones hasta incoherente. En este sentido, las medidas de adaptación planteadas muestran la necesidad de asumir el reto de buscar la manera de utilizar adecuadamente las herramientas que brinda la regulación existente, cumpliendo y haciendo cumplir lo allí establecido, y creando nuevas oportunidades desde las competencias asignadas para cada entidad.

Por último, probablemente uno de los ejes más importantes identificados para la generación de medidas de adaptación es el institucional. Actualmente el país tiene serias debilidades institucionales, que limitan la respuesta ante la adaptación al cambio climático, entre las que destaca el excesivo entramado en la toma de decisiones, el cual se debe tanto a desacuerdos reales sobre las mejores estrategias para avanzar, como a un sistema legal e institucional que es inefectivo para lograr los objetivos declarados. Las medidas de adaptación propuestas en el documento, parten de la identificación de los principales desafíos y problemas del sector y se concentran en dos retos, que se consideran claves para avanzar en este tema. El primero es el reasentamiento de las poblaciones en zonas de riesgo, que es uno de los dos principales grandes retos de la sociedad costarricense. El cambio climático agravará las debilidades (el impacto sobre asentamientos existentes) y presionará a los sistemas

exitosos cada vez más, aumentando costos y reduciendo la resiliencia de los sistemas públicos de atención de emergencias. Las medidas de adaptación propuestas en este documento plantean, que el reasentamiento de poblaciones en riesgo es posible bajo el marco institucional actual, con pequeñas modificaciones de funcionamiento y legales.

El segundo reto está relacionado con la gestión del recurso hídrico en Costa Rica. Para ello, las medidas de adaptación formuladas plantean la necesidad de proponer un esquema basado en el desempeño, donde la medida única es el volumen de agua. Eventualmente, dicho esquema podrá extenderse a otras dimensiones específicamente de calidad. A nivel organizativo dicho esquema requiere de institucionalización en dos sentidos: el primero, en relación con la designación de una entidad encargada de mantener balances hídricos por cuenca (monitoreo de la oferta) y el segundo, relativo a una readecuación de las funciones de las instituciones que usan o autorizan el uso del agua, con la finalidad de que asuman la responsabilidad de estimar en forma espacialmente desagregada las necesidades (tomas de agua autorizadas), así como monitorear su uso

#### 5.1.1.1 INICIATIVAS EN MARCHA

##### Red de observación del clima y monitoreo de cambio climático

Esta iniciativa constituye en sí una medida de adaptación planificada, ya que la caracterización de

las variaciones del patrón climático (magnitud, intensidad, distribución espacial, frecuencia de eventos, probabilidad de impactos y periodo de retorno de eventos extremos), va a fortalecer la plataforma de conocimiento necesaria para sustentar las acciones en materia de prevención, atención y control de emergencias, de carácter hidrometeorológico. Además, debido al incremento de la variabilidad climática a consecuencia del calentamiento global, el monitoreo del comportamiento meteorológico permite fundamentar acciones encaminadas al diseño de estrategias de adaptación al cambio climático. Un mayor conocimiento de la amenaza, permitirá una mejor planificación de acciones tendientes a fortalecer la resiliencia de los sistemas más vulnerables. No es posible concebir escenarios futuros de clima modelados matemáticamente, sin la existencia de una red de observación que de seguimiento y valide las proyecciones realizadas.

En el 2008, el IMN instaló una red de estaciones climatológicas que permite obtener datos con instrumentos especializados y en los lugares más aptos para el registro. Dicha red dispone de instrumentos de alta precisión, cuyos datos serán contrastados periódicamente con los proporcionados por instrumentos patrón, con el fin de asegurar la calidad del dato a través de los años.

Estas estaciones de monitoreo de cambio climático están ubicadas en sitios con buena exposición, donde los datos no sean afectados por situaciones locales

ajenas al clima. Las variables que se miden son: temperatura del aire (máxima y mínima), humedad relativa, precipitación, viento (velocidad y dirección), radiación solar y presión del aire. Evidentemente, estos puntos de control permitirán construir sus propias climatologías en las próximas décadas, sin embargo, los datos son utilizados desde ya para estudios meteorológicos aplicados y para la comparación con climatologías próximas.

##### Agua para Guanacaste: un proyecto concreto de adaptación ante la variabilidad y cambio climático

La provincia de Guanacaste es una de las zonas de mayor riesgo climático para la producción de granos básicos, debido a la frecuencia de las sequías producto del fenómeno El Niño. No obstante lo anterior, es la zona de mayor producción de arroz y su aporte en maíz y frijol es importante, por lo que por muchos años se le ha considerado el granero de Costa Rica, siendo vital para la seguridad alimentaria del país. Las proyecciones futuras de una disminución progresiva de la precipitación, hacen de esta región una de las áreas de mayor preocupación desde el punto de vista de desarrollo.

En el contexto de la adaptación al cambio climático, la seguridad hídrica y alimentaria del país, el Programa Agua para Guanacaste (PAPG) se presenta como uno de los proyectos más ambiciosos de lucha contra la sequía, al asegurar el suministro de agua durante años secos extremos por medio

de la creación de un embalse regulatorio. Esta medida le permitiría a la zona más seca del país, contar con una de las mejores herramientas de adaptación a la variabilidad climática y por ende, asumir en forma más responsable y organizada, la estrategia país de adaptación al cambio climático.

El Programa Agua para Guanacaste (PAPG) es un proyecto país que nace como una iniciativa del Gobierno Costarricense, para proporcionar una respuesta integral a la problemática del agua en esta región. Bajo un modelo de gestión integrada del recurso hídrico, el PAPG pretende ser un detonante del desarrollo rural, presentando una visión compartida del desarrollo social, económico y ambiental de Guanacaste, a partir de las aguas del Sistema Hídrico Arenal – DRAT - Tempisque. Este modelo tiene el potencial de cambiar el mapa hídrico y la visión de desarrollo territorial en las próximas décadas, al aumentar las posibilidades de uso del recurso para generación eléctrica, riego, piscicultura, agua potable, turismo, deportes acuáticos, pesca, paisajismo, recuperación del caudal del río Tempisque, y manejo de cuencas y acuíferos.

En mayo del 2010, mediante Decreto Ejecutivo N° 36008-MP-MAG-MINAET, se crea una Comisión de Alto Nivel para la Coordinación y Apoyo en la ejecución del Programa Agua para Guanacaste. Es una estructura funcional adscrita a la Presidencia de la República, en coordinación directa con las instituciones involucradas en el programa, a saber:

MIDEPLAN, MAG, MINAE, SENARA, AYA y el ICE. Asimismo, la Administración Pública Central y Descentralizada, y las municipalidades de los cantones que conforman la provincia de Guanacaste, dentro del marco de cooperación interinstitucional, contribuirán, de acuerdo con las potestades que la legislación vigente les atribuye, en forma prioritaria y efectiva, con los aportes que se requiera a fin de apoyar al desarrollo del mismo. Adicionalmente, organizaciones privadas y de la sociedad como por ejemplo la Cámara de Turismo de Guanacaste y la Agencia de Desarrollo de Guanacaste, están participando en los espacios de trabajo del Programa.

El modelo de intervención supone la construcción de una represa que permita el almacenamiento de agua y a partir de ello su uso múltiple (riego, producción eléctrica y consumo), de manera que se atiendan las necesidades presentes y futuras de agua para el desarrollo de la provincia. El embalse se convierte a su vez en el componente esencial del Sistema Hídrico del Arenal – DRAT - Tempisque, dado que permitirá un almacenamiento estacional, es decir almacenamiento del agua sobrante, la regulación de los caudales diarios de la misma procedencia, a fin de compensar las variaciones en la oferta y demanda diarias de agua, y la reserva de agua para los casos de reducción del suministro de las plantas hidroeléctricas.

El desarrollo del PAPG tiene una enorme trascendencia para el desarrollo social, institucional,

económico y ambiental de Guanacaste en el presente y en las próximas décadas. En lo que al proceso de adaptación se refiere, el PAPG permitirá ofrecer una solución real a los problemas de disminución significativa de la precipitación durante años de eventos extremos secos, normalmente asociados a la presencia del fenómeno El Niño. El impacto de las sequías en la producción agropecuaria de la zona, debe reducirse en forma considerable al mejorar la oferta hídrica para los cultivos y la ganadería. El riesgo de pérdidas debe disminuir, en tanto que la tecnología de administración y uso eficiente del agua debe incrementarse.

En el ámbito social, el contar con el embalse incrementa las oportunidades de desarrollo hidroproductivo ya que se aumentarían significativamente las hectáreas con riego, dando además seguridad hídrica a 12.578 ha actualmente, lo cual generará fuentes de empleo crecientes y permanentes, pues se trata de una producción con seguridad hídrica los 12 meses del año.

La oportunidad de contar con una fuente segura de agua para una población futura de 350.000 habitantes, permite mejorar sus índices de salud y de desarrollo humano, así como potenciar el desarrollo de nuevas oportunidades para la provincia. El uso de agua de esta represa permite además, evitar o disminuir el uso de aguas subterráneas dejando este recurso para las próximas generaciones. La competencia por el agua entre las comunidades y los

desarrollos turísticos disminuirá, lo que permite resolver el tema recurrente de conflictos por el agua, y se incidirá en una mayor gobernanza y paz social.

En el uso sostenible de los recursos naturales y ambiente, esta iniciativa apunta a sentar las bases de un paradigma de desarrollo centrado en el agua, cuya gestión y priorización de su uso, se realizará con base en el sistema de cuencas hidrográficas de Guanacaste, entre cuyas acciones destacan: (i) un mayor aprovechamiento del agua del Sistema Hídrico Arenal – DRAT; (ii) una mayor recuperación del caudal ecológico del río Tempisque; (iii) una mejor relación de los temas agua – ambiente – desarrollo que impactaría positivamente en la sostenibilidad ambiental del Parque Nacional Palo Verde (PNPV); (iv) una oferta de agua a las áreas hidroproductivas en las márgenes izquierda y derecha del río Tempisque, que incidiría en minimizar la presión sobre los caudales de estiaje y gradualmente establecer un caudal mínimo remanente (caudal ecológico) para este río; (v) minimizar la sobre explotación de pozos y la recuperación progresiva de las aguas subterráneas.

En lo institucional, la gestión integral del agua con base en el sistema de cuencas de Guanacaste requiere de una alineación de políticas y estrategias, de la transversalidad y sinergias institucionales, así como de su concurrencia y complementariedad, para que cada cual en su ámbito de competencia cubra eficiente y efectivamente

medidas de adaptación como lo son la conservación, la protección, la restauración y la producción de las “fábricas de agua”, sus recursos naturales, y cuidar la salud de los ecosistemas, tanto en la parte baja como en la parte media y alta de cada cuenca hidrográfica.

En lo económico, el proyecto potencia nuevas inversiones en los campos agroindustrial, habitacional, comercial y en la infraestructura turística. Contar con un potencial de 80 millones de metros cúbicos de agua potable, da una importante seguridad al desarrollo de nuevas inversiones en una región que cuenta con enormes atractivos. La potencialidad de medidas de mitigación como la generación hidroeléctrica (9 MW de electricidad), también suscita una mayor seguridad en materia energética para la región, el país y su desarrollo, principalmente ante la meta de reducir nuestras emisiones y de ser posible, alcanzar la carbono neutralidad en el bicentenario de nuestra independencia en el 2021.

Adicionalmente, la expansión de la oferta de agua del citado sistema hídrico producirá una disminución en la perforación de pozos o en la sobre explotación de los mismos y promoverá planes de aprovechamiento sostenible de acuíferos.

## 5.2 Seguridad alimentaria

En Costa Rica, la Política Nacional 2011-2021 sobre el tema, basada en los Sistemas de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SSAN)

y promovida por el Ministerio de Salud (MINSAL, 2011), pretende un enfoque integral, aunque claramente parte de la base de salud nutricional. El eje que a nivel nacional define la política en materia de seguridad alimentaria, se interpreta a partir de cuatro componentes fundamentales:

- a. La disponibilidad de alimentos ya sean de origen nacional o internacional y el acceso a esos alimentos por parte de la población.
- b. El consumo que está influenciado por la condición social, económica y cultural de la población.
- c. La utilización biológica de los alimentos, que se interpreta desde la base fisiológica de la ingesta y el estado nutricional del consumidor.
- d. La calidad nutritiva de los alimentos.

En los estudios nacionales realizados, la seguridad alimentaria se analiza desde una perspectiva eminentemente agroclimática, enfocada en la producción de granos básicos y sin aludir al componente nutricional como propone la política de Seguridad Alimentaria (MINSAL, 2011). Por tanto, no se enfoca en el grupo poblacional que sufre inseguridad alimentaria o desnutrición, sino en la situación agrícola y climática de la producción de aquellos alimentos considerados básicos en la dieta tradicional del costarricense. La hipótesis por tanto indica, que si el aporte actual de la producción nacional de granos básicos se ve

comprometido por algún factor climático, la disponibilidad de estos productos pondría en riesgo la seguridad alimentaria del país entero, afectando no solo el consumo de los grupos nutricionalmente más vulnerables, sino la situación social de un grupo mayor, productor y desprotegido ante la competencia de mercados externos.

En la [figura 5.7](#) se presenta la metodología seguida para la evaluación del riesgo en la seguridad alimentaria.

La amenaza climática actual, se basa en la variabilidad del clima

referida principalmente a las dos fases del fenómeno ENOS (El Niño y La Niña). Los registros que se tienen sobre el efecto de ENOS en el clima del país, promedian un escenario congruente con las proyecciones futuras del clima. De esta forma, El Niño y La Niña se han convertido en un laboratorio excepcional para poner en práctica verdaderos planes adaptativos. La línea de pensamiento es: si el sector agropecuario se logra adaptar a la variabilidad climática actual, se estarán dando los primeros pasos organizados para adaptarse

al cambio climático futuro, que en algunas zonas del país se podrían traducir como la presencia constante de una condición ENOS. Los resultados de este tipo de estudios, fueron fundamentos técnico-científicos necesarios para diseñar estrategias de adaptación del sector agropecuario nacional ante el cambio de clima.

Con el fin de determinar el impacto regional de el Niño y la Niña, a una escala de tiempo con una señal mejor definida que la escala anual, se procedió a calcular un indicador estacional de la lluvia asociado a cada uno de los dos fenómenos, el cual fue mapeado para determinar la distribución espacial, tanto en intensidad como en cobertura. Para tales efectos se utilizó el Índice de Precipitación Estandarizada (IPE), que define como un valor numérico las desviaciones estándar de la precipitación caída a lo largo del período de acumulación, respecto de la media del registro histórico. Este indicador, es útil porque permite evaluar el impacto de los fenómenos extremos (sequía o excesos de lluvias) sobre la disponibilidad del recurso hídrico. A través del uso de este índice es posible cuantificar y comparar las intensidades de los déficits de precipitación entre zonas, con climas muy diferentes y tiene la propiedad de que puede integrarse sobre un amplio rango de escalas temporales, lo que hace que pueda ser utilizado como indicador de diferentes tipos de sequía, tanto aquellas que son de corta duración y que producen efectos principalmente sobre los sectores

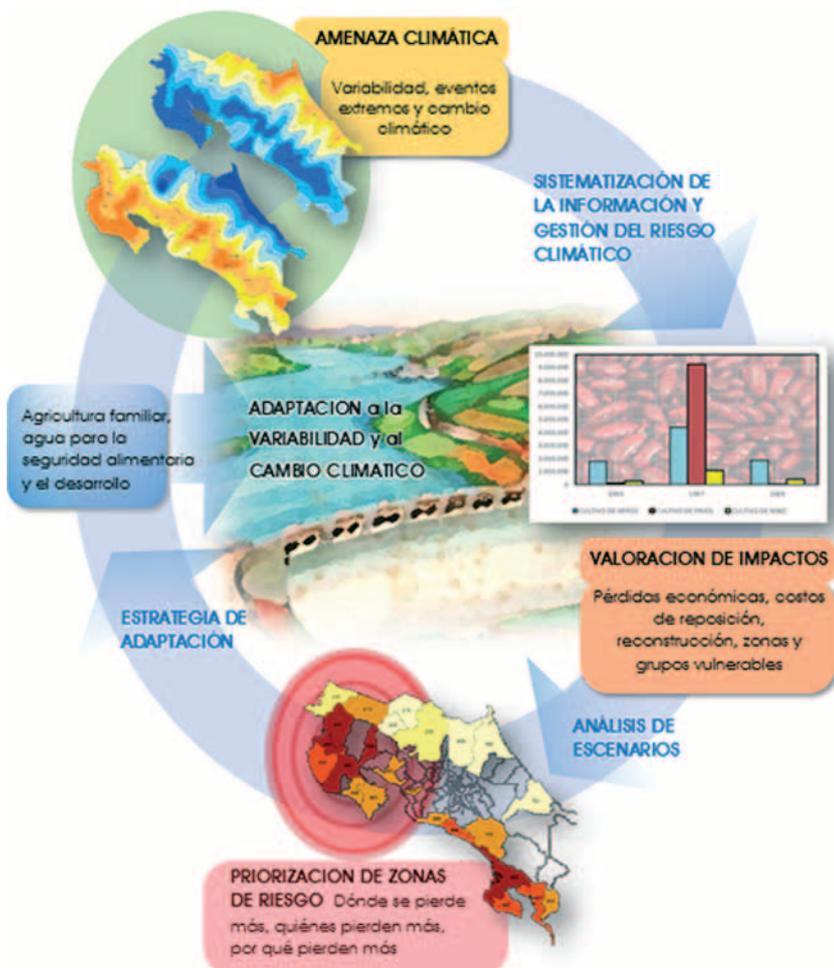


FIGURA 5.7. Esquema de la gestión de riesgo climático para medidas de adaptación.

agrícola, forestal y pecuario, como para caracterizar sequías climáticas de larga duración conducentes a sequías hidrológicas.

A partir del IPE se logra valorar el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos, para proponer una gestión de riesgo para el sector agropecuario que responda a un proceso transversal y estratégico, y que a su vez potencie acciones para disminuir las pérdidas del producto y genere condiciones de desarrollo en el medio rural que permitan iniciar procesos de disminución de las condiciones de vulnerabilidad, ser más eficientes y contar con los medios para aprovechar las oportunidades que presente el nuevo escenario de clima.

Al gestionar los riesgos del clima, se puede contribuir con la identificación de poblaciones, grupos y áreas vulnerables y no vulnerables, apropiadas para emprender programas de desarrollo. La gran sombrilla que debe cubrir estas estrategias de adaptación con enfoque de gestión de riesgo, son los planes nacionales de desarrollo. La adaptación enfrenta a las comunidades no solo a sobrevivir, sino a convivir con el nuevo patrón de clima y en este escenario deben competir en un mundo globalizado altamente exigente. Esto debe ser una meta de Estado en cualquier país.

En el caso de la gestión de riesgos climáticos en Costa Rica, se desarrollaron algunas bases de datos que relacionan eventos hidrometeorológicos extremos con los impactos causados (sociales, infraestructura, económicos y

productivos). Una de las primeras bases corresponde al esfuerzo regional de la Red de Estudios Sociales en la Prevención de Desastres en América Latina (La RED), la cual se basa en diferentes fuentes para lanzar una herramienta en línea que despliega información sobre impactos de desastres y que se conoce como Desinventar. Otra base importante es la que maneja la Comisión Nacional de Emergencia (CNE), que cuenta con la información que ellos mismos generan durante la atención de emergencias de diferente naturaleza.

Más recientemente el esfuerzo pionero que llevan adelante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), se concretiza en una base de datos institucionalizada, que tiene como objetivo contribuir con el desarrollo de una herramienta robusta para la gestión del riesgo, en el sector agrícola ante desastres de tipo hidrometeorológico, basada en la sistematización de la información de impacto de los fenómenos hidrometeorológicos. De acuerdo con Flores, Salas, Astorga y Rivera (2010), esta base de datos está elaborada para que la toma de decisiones sea dimensionada, oportuna y eficaz, en virtud de un caudal de información que debe contener un mínimo de características (fiabilidad de sus fuentes, metodologías estándar de recolección de datos y un nivel de detalle apropiado); esto debe permitir identificar los componentes de los indicadores usados

y su transformación en coberturas espaciales, físicas y temporales. Además, asegurar un número apropiado de observaciones que con el paso del tiempo contribuirán a otorgarán índices de confiabilidad estadística apropiados.

La base de datos MAG-MIDEPLAN acopia y sistematiza la información de impacto de los fenómenos naturales de diferente tipología, sobre el impacto que los fenómenos naturales han tenido en la estructura social y económica del país, en el período comprendido entre los años 1988 a la fecha. Cita Flores et al. (2010), que los esfuerzos han estado orientados a inventariar la información de los sectores establecidos por CNE, en los planes reguladores e informes institucionales que se generan post emergencias para los sectores de actividad como son: agricultura, infraestructura vial, acueductos y alcantarillados, ambiente, ríos y quebradas, aeropuertos, salud, vivienda, educación, sistema eléctrico, social, edificaciones públicas, telecomunicaciones, atención de las emergencias, ferrovías, muelles, industrias y obras privadas.

Los resultados obtenidos de este sistema demuestran la enorme utilidad de este tipo de información para el análisis y gestión del riesgo climático. en diferentes sectores productivos y sociales del país. A continuación se presentan algunos ejemplos de la información extraída del sistema y que se correlaciona altamente con los escenarios de riesgo descritos anteriormente, para eventos secos extremos.

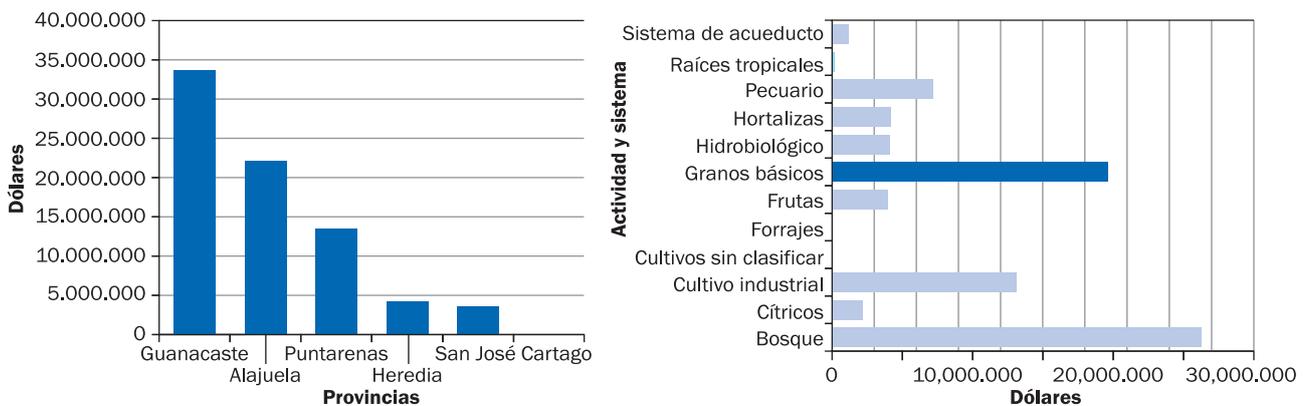


FIGURA 5.8. Impactos económicos acumulados en el sector agropecuario por las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica. Valores en millones de dólares constantes del 2011. Fuente. Flores, Salas, Astorga y Rivera (2014b).

En la figura 5.8 se resume el impacto acumulado de tres eventos de sequía que se produjeron en los años 1993, 1997 y el 2009 en el sector agropecuario, a nivel de provincia.

Como puede se puede observar, Guanacaste es la provincia de mayor impacto económico registrado, lo cual coincide con la información de riesgo analizada. Además, los tres años de sequía corresponden con tres eventos El Niño. Esto también es coincidente con la información sobre amenaza que indica que, durante fases cálidas de ENOS existe una alta probabilidad de que se presenten condiciones secas extremas, sobre todo en el Pacífico (Guanacaste y Puntarenas). Los granos básicos constituyen el segundo rubro en afectación, por detrás de las pérdidas económicas estimadas por efectos de incendios forestales.

Este tipo de información general puede desagregarse más, debido a las características de la base de datos fuente. En las figuras 5.9 y 5.10, se presenta el detalle de pérdidas para cada cultivo

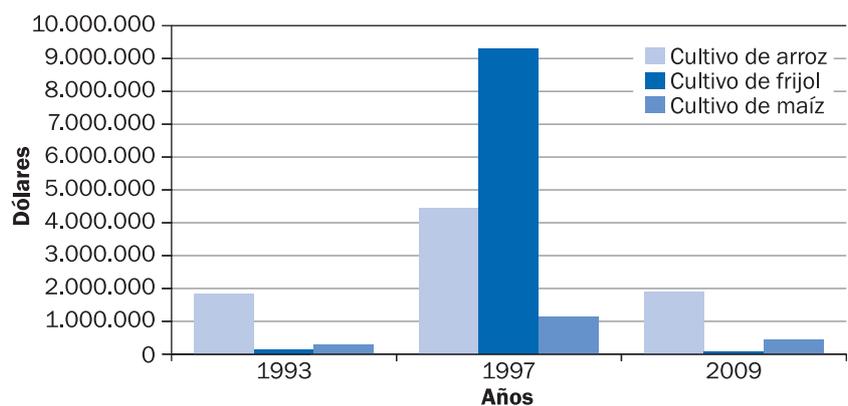


FIGURA 5.9. Impactos económicos por cultivo durante tres eventos de sequía. Valores en millones de dólares constantes del 2011. Fuente. Flores, Salas, Astorga y Rivera, (2014b).

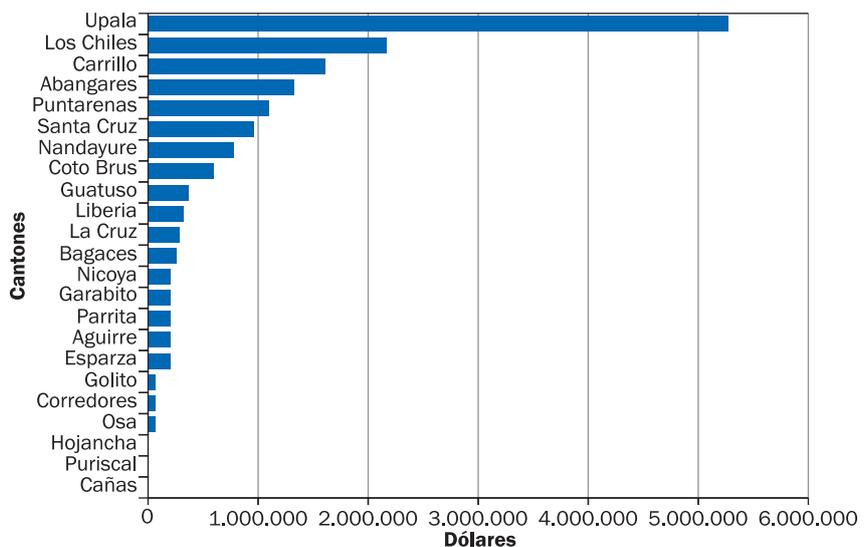


FIGURA 5.10. Impactos económicos acumulados en granos básicos, por cantón durante las sequías de 1993, 1997 y 2009 en Costa Rica. Valores en millones de dólares constantes del 2011. Fuente. Flores, Salas, Astorga y Rivera, (2014b).

considerado dentro de los granos básicos y los cantones que registran la mayor afectación.

Nuevamente la información es coincidente con el análisis de riesgo expuesto. Ambas fuentes se complementan y brindan un panorama mucho más sólido y rico para la identificación de zonas de riesgo, grupos en riesgo, riesgo espacial y temporal, planes de prevención, atención y reconstrucción, así como estrategias de adaptación. Para Flores et al. (2014), a partir de un sistema que correlacione la información de daños, unidades territoriales y sectores afectados con variables climáticas, se puede avanzar hacia la construcción de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), que basado en series históricas pueda estimar áreas de impacto y magnitudes.

A partir de la información generada sobre el aumento o disminución del rendimiento de granos

básicos y utilizando datos sobre el precio pagado al productor, por tonelada de grano y los costos de producción de una hectárea de cultivo, se calculó en forma simple las posibles pérdidas y ganancias económicas causadas por El Niño y La Niña, en las diferentes regiones climáticas de Costa Rica.

Si se asume que esta información proviene de los escenarios más probables durante las fases de ENOS, entonces se puede planificar mejor utilizando la información del pronóstico climático durante El Niño o La Niña. Con ayuda de una matriz de datos, se pueden resumir las principales características que permitan identificar zonas de alto riesgo. Este es el inicio de la priorización o zonificación de riesgo climático.

En los cuadros 5.1 y 5.2 se presentan las matrices de información sobre el riesgo climático, asociado con las fases de ENOS.

Durante eventos El Niño existe una alta probabilidad de que las condiciones climáticas tiendan a escenarios secos, en la mayor parte de la vertiente Pacífica y la región Central del país, mientras que hacia el Caribe el comportamiento puede ser lluvioso. Durante este tipo de eventos extremos los rendimientos de arroz y maíz disminuyen, mientras que los rendimientos de frijol aumentan si se comparan con los promedios históricos. La región Caribe no reporta pérdidas. Más de una decena de cantones se encuentran en alto riesgo de ser perjudicados por el impacto de la sequía, en relación a la pérdida agrícola y económica que se produce.

Durante años La Niña, existe una alta probabilidad de que se generen escenarios lluviosos principalmente en el Pacífico Norte del país, mientras que hacia el Caribe las condiciones pueden ser

CUADRO 5.1  
Matriz de riesgo climático durante eventos El Niño para los granos básicos

Región	Amenaza	Rendimientos			Cantones en mayor riesgo			Pérdidas observadas
	Escenario más probable	Arroz	Maíz	Frijol	Arroz	Maíz	Frijol	
Pacífico Norte	Sequía (Alta probabilidad)	↓	↓	↑	Liberia Carrillo Cañas Nicoya Santa Cruz	Carrillo Santa Cruz Nicoya	Cañas Nicoya Liberia Carrillo Santa Cruz Nanda-yure	Las pérdidas del sector agropecuario durante sequías (1988-2009) corresponden con el 6% del total (Flores et al. 2010). A nivel de finca, pueden representar entre el 1 y el 9% del costo de producción por hectárea.
Pacífico Central	Sequía (Alta probabilidad)	↓	↓	↑	Aguirre	Parrita Aguirre	-	
Pacífico Sur	Sequía (probabilidad media)	↓	↓	↑	Osa Golfito	Pérez Zeledón	Pérez Zeledón Buenos Aires	
Zona Norte	Condiciones secas (probabilidad media)	↓	↓	↓	Upala	Upala	Upala	
Caribe	Condiciones lluviosas (Alta probabilidad)	↑	↑	↑	-	-	-	
Central	Sequía (Alta probabilidad)	NP	↓	↑		Puriscal		

CUADRO 5.2  
Matriz de riesgo climático durante eventos La Niña para los granos básicos

Región	Amenaza	Rendimientos			Cantones en mayor riesgo			Pérdidas observadas
	Escenario más probable	Arroz	Maíz	Frijol	Arroz	Maíz	Frijol	
Pacífico Norte	Lluvioso extremo (Alta probabilidad)	↑	↑	↓	-	-	Nicoya La Cruz Carrillo Santa Cruz	Las pérdidas del sector agropecuario durante lluvias extremas (1988-2009) corresponden con el 58% del total (Flores et al. 2010). A nivel de finca las pérdidas pueden representar entre el 1 y el 9% del costo de producción por hectárea.
Pacífico Central	Lluvioso extremo (probabilidad media)	↑	↑	↓	-	-	Puntarenas Aguirre	
Pacífico Sur	Lluvioso extremo (probabilidad media)	↑	↑	↓	Corredores	Osa	Pérez Zeledón Buenos Aires	
Zona Norte	Condiciones lluviosas (probabilidad media)	↑	↑	↑	-	-	Upala	
Caribe	Condiciones secas (probabilidad media)	↓	↓	↓	Guácimo	Pococí	Guácimo	
Central	Condiciones lluviosas (probabilidad media)	NP	↑	↓	NP	-	Cartago	

más secas. Durante este tipo de eventos, los rendimientos de arroz y maíz tienden a aumentar en todas las regiones, con excepción del Caribe donde disminuyen. En el caso del frijol, los rendimientos tienden a disminuir con excepción de la Zona Norte. Los cantones que más se ven afectados son los productores de frijol, ubicados principalmente en la vertiente del Pacífico y Zona Norte del país.

Estos resultados pueden fundamentar y direccionar acciones para planificar la adaptación del sector granos básicos, ante la variabilidad climática. Este es un proceso estratégico que debe ser evaluado año tras año, con el fin de que forme parte de una nueva cultura que permita a las generaciones siguientes enfrentar y adaptar mejor sus sistemas al clima futuro.

La sistematización de la información sobre impactos, el proyecto concreto de Agua para Guanacaste y la agricultura familiar, se convierten en tres ejes fundamentales para el desarrollo de un plan estratégico de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático, asegurando la soberanía alimentaria para Costa Rica.

### 5.3 Seguridad energética

Los incrementos en la temperatura provocados por el cambio climático afectan tanto el consumo como la producción de electricidad.

Se analizaron nueve cuencas con posibilidad de utilización para fines de generación hidroeléctrica, de acuerdo a los escenarios de cambio climático futuros:

- Reventazón
- Pacuare
- Parrita
- Naranjo
- Térraba
- Savegre
- San Carlos
- Sixaola
- Matina

En todas las cuencas se evaluó la susceptibilidad a los procesos de erosión, deslizamientos y desarrollo de avalanchas, que se vería incrementada con el aumento de las lluvias en razón del cambio climático y de la intensidad de las mismas debido a factores de variabilidad climática.

Las cuencas del Reventazón, Pacuare, Parrita, San Carlos, Sixaola y Matina, presentan condiciones de riesgo por procesos de erosión y deslizamiento, mientras

las cuencas del Terraba, Savegre y Naranjo se verán menos afectadas por estos procesos.

Como medidas contingentes se hace indispensable establecer un plan de ordenamiento territorial de las cuencas, con particular énfasis en su parte alta y media de forma tal que se le dé prioridad a la recuperación de bosques en zonas de aptitud forestal, la

protección de las áreas boscosas existentes y la estabilización de los diversos sitios donde se presentan deslizamientos activos.

En el caso de la energía eólica, se encontró que cuando el fenómeno de El Niño ha estado presente se ha producido un aumento en la generación eólica en los meses de enero, julio, agosto, septiembre y octubre. A nivel

anual cuando el fenómeno de El Niño ha estado presente, se ha obtenido un 6% más de generación eléctrica.

Con respecto a las medidas de adaptación relacionadas tanto con los efectos en la demanda como de la oferta de electricidad, en los cuadros 5.3 y 5.4 se presentan los resultados que muestran que existen amenazas y oportunidades

CUADRO 5.3  
Efectos y medidas de adaptación en la demanda de electricidad

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en el uso de aires acondicionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento en el consumo eléctrico durante horas del día</li> <li>Cambios en la curva diaria de carga favoreciendo generación eléctrica en horas pico incremento en la generación térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 MW adiciones por cada 100 mil aires nuevos instalados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ley para el diseño de edificaciones con alta eficiencia energética</li> <li>Tarifa horaria para sector general</li> <li>Incentivos para la construcción de oficinas en zonas de baja temperatura</li> <li>Instalación de plantas hidroeléctricas con embalse</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en el consumo eléctrico de refrigeradores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento en el consumo eléctrico durante horas del día</li> <li>Cambios en la curva diaria de carga, favoreciendo la generación eléctrica en horas pico</li> <li>Incremento en la generación térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30 a 60 GWh/año adicionales por cada 1°C de aumento en la temperatura ambiente</li> <li>14 a 28 MW adicionales por cada 1°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivos para la construcción de viviendas en zonas de baja temperatura</li> <li>Instalación de plantas hidroeléctricas con embalse</li> <li>Implementación de etiquetas de eficiencia energética</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en el consumo eléctrico de calentadores de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en el consumo eléctrico durante período valle y nocturno</li> <li>Cambios en la curva diaria de carga aumentando la diferencia entre el período de consumo en período pico y resto (valle y nocturno)</li> <li>Incremento en la generación térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30 a 60 GWh/año menos por cada 1°C de aumento en la temperatura ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de plantas hidroeléctricas con embalse</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en el consumo eléctrico por instalación de piscinas con sistemas de bombeo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posible aumento en el consumo eléctrico durante todo el día</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menos de 8MW por cada 10000 piscinas instaladas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de bombas en período nocturno</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en el consumo eléctrico de los equipos de enfriamiento industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento en el consumo eléctrico</li> <li>Cambios en la curva diaria de carga, favoreciendo generación eléctrica en horas pico</li> <li>Incremento en la generación térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un 1% de aumento en el consumo eléctrico industrial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivos para la instalación de industrias en zonas de baja temperatura</li> </ul>

CUADRO 5.4  
Efectos y medidas de adaptación en la oferta de electricidad

Efecto Directo	Efectos Indirectos	Impacto estimado	Medidas de adaptación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en la capacidad de generación de plantas hidroeléctricas con embalses instaladas en la zona atlántica por aumento en precipitaciones (caudales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de costos de generación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 4,8% en el costo de generación por cada 5% de aumento en caudales</li> <li>7,8 millones de US\$ de ingresos adicionales en el proyecto Reventazón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseños considerando instalación de turbinas adicionales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Posibles daños en instalaciones por aumento en escorrentías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en costos de generación por aumento en el uso de combustibles mientras se reparan daños</li> <li>Aumento en la acumulación de sedimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>140 US\$ por cada MWh adicional generado con combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rediseño de presas para incluir sistemas adecuados de remoción de sedimentos</li> <li>Prevención de construcciones en el valle de inundación inmediata de cauces fluviales</li> <li>Aumento de capacidad de reservorios de agua para los períodos de baja en lluvias durante la estación seca</li> <li>Utilización de varias presas en serie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción en la capacidad de generación hidroeléctrica de Centroam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en ventas del ICE</li> <li>Reducción en los costos de generación del ICE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>105 millones de US\$/año de ingresos adicionales por cada 100 MW exportados Potencial total: 1767 MW → ventas por 2300 millones de US\$ (2 veces las ventas del sistema de generación)</li> <li>Utilidades adicionales estimadas: 1000 millones de US\$/año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquisición de empresas de distribución regionales</li> <li>Participación en subastas para el suministro de electricidad en Centroamérica</li> <li>Ampliación de capacidad de líneas del SIEPAC</li> <li>Alianzas con generadores privados</li> <li>Instalación de plantas con embalse</li> </ul>

para el sector eléctrico nacional, ya que por un lado, podría afectar la disponibilidad de los recursos hidroeléctricos nacionales y por el otro, dado que se espera que el mayor impacto en la generación hidroeléctrica se presente en la región norte de Centroamérica, la cual a su vez concentra la mayor cantidad de personas, se abre una oportunidad interesante para aprovechar recursos energéticos renovables que de otra forma, no serían utilizados debido a los límites que fije la demanda interna.

Además, en este escenario se debe mencionar que el incremento en la demanda interna y la reducción en los caudales reducen la disponibilidad de excedentes para colocarlos en el mercado centroamericano, en donde la electricidad podría venderse hasta en 0,15 US\$/kWh contra el 0,085 US\$/kWh que recibe el sistema de generación por las ventas internas.

También vale la pena mencionar, que dado que las exportaciones de electricidad de Costa Rica reducen la generación térmica

regional, la cual emite alrededor de 700 ton CO<sub>2</sub>/GWh; el escenario 2 permitiría reducir las emisiones centroamericanas de CO<sub>2</sub>, en más de 2,5 millones de toneladas por año.

Por lo anterior, una de las medidas a considerar consiste en el diseño adecuado de las represas y sus sistemas para remoción de sedimentos, ya que de lo contrario, la disponibilidad de las plantas hidroeléctricas podría verse afectada debido al incremento en las escorrentías, lo cual podría

reducir la confiabilidad de todo el sistema de generación.

Finalmente se demostró, que las precipitaciones tanto en la época seca como en la lluviosa, han aumentado en las cuencas en donde existe o se ha recuperado la cobertura boscosa.

Si se toma en cuenta que las cuencas de los ríos San Carlos y Térraba concentran más de 26% de la capacidad de generación nacional y que estas regiones poseen una cobertura boscosa muy baja, es de esperar que si se dirigen esfuerzos para reforestar estas cuencas, se logre aumentar la capacidad nacional de generación de una forma significativa.

Sin embargo, dado que en estas zonas existe una vocación agrícola muy arraigada, debe buscarse una posibilidad de lograr este objetivo sin afectar la actividad agropecuaria nacional.

## 5.4 Infraestructura

El cambio climático plantea retos a la sociedad costarricense y a la gestión de sus sistemas de infraestructura y sistemas urbanos específicamente. Los sistemas de infraestructura son esenciales para el funcionamiento de una sociedad y en particular de sus asentamientos humanos.

Las malas prácticas de crecimiento de los asentamientos humanos, agravan el problema de vulnerabilidad a los eventos hidrometeorológicos extremos. El crecimiento disperso de los asentamientos humanos en muchos lugares de Costa Rica, aumenta las dificultades para

proveer infraestructura a costos razonables en muchos casos, especialmente aquellas con impactos ambientales (tratamiento de aguas servidas y recolección de residuos sólidos) y vulnerabilidad ante eventos extremos, como alcantarillados pluviales.

Por otra parte, la infraestructura vial en Costa Rica tiene grandes limitaciones, sobre todo por sus deficiencias y vulnerabilidades. Las vulnerabilidades son consecuencia de varios factores importantes: a) La zona más poblada del país es muy quebrada y/o lluviosa, esto implica muchos ríos y quebradas en las zonas montañosas, además en las zonas planas algunos ríos cambian su curso; b) los asentamientos humanos están muy dispersos por todo el territorio con densidades sumamente bajas, pero requieren caminos de acceso; c) los políticos prefirieron extender el sistema a mejorar su calidad; d) las carreteras fueron diseñadas suponiendo algunos deslizamientos “de estabilización” después de su apertura y e) las inversiones en transporte han sido insuficientes y poco efectivas por varias décadas.

Existen dos zonas en especial donde el impacto se evidencia: los cruces de ríos y quebradas, ya sea por medio de puentes o por alcantarillas, y los deslizamientos sobre la superficie de rodamiento o socavación de la misma, especialmente cuando el método de construcción fue de corte y relleno.

El estudio elaborado por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) sobre la red nacional,

muestra cómo evaluar la vulnerabilidad física de diferentes pasos de ríos y quebradas, tomando en cuenta: el caudal del río basado en el área tributaria, las características de alineamiento de la alcantarilla con respecto al curso de agua, las características geológicas de las márgenes y el grado de atascamiento de materiales en el acceso o dentro de la alcantarilla.

Entre otros aspectos se demostró que la geología de los taludes y la posición de la vía con respecto a la divisoria de aguas son factores importantes. Además, se encontró que las lluvias intensas por unas pocas horas son importantes disparadores de deslizamientos.

La construcción, ampliación, mejoramiento y mantenimiento de alcantarillados pluviales es un elemento central de cualquier estrategia de adaptación al cambio climático. Los problemas en los alcantarillados pluviales son la causa de muchas de las inundaciones urbanas en Costa Rica.

También es muy importante indicar, que los nuevos proyectos de construcción, tanto dentro como en los bordes de pueblos y ciudades no deben aumentar los problemas de picos de flujo de aguas. Esto se logra creando en cada urbanización u obra industrial o comercial importante, tanques que almacenen temporalmente los picos de la lluvia. Por lo tanto, el reglamento de construcciones y otras herramientas del ordenamiento territorial pueden ser muy efectivos, si se hacen cumplir efectivamente, para minimizar los problemas de

largo plazo y adaptarse mejor a los eventos extremos futuros.

El centro ProDUS-UCR realizó un estudio usando como referencia las zonas de inundación lenta de la Comisión Nacional de Emergencia (CNE) y los mapas de localización de escuelas y colegios. En general, se determinó que las reglas de evaluación de las amenazas de inundación deben ser inicialmente heurísticas y concentradas en la localización de cada asentamiento o parte de una ciudad. Las características relevantes más importantes son:

- Pendiente predominante del terreno.
- Intensidad de la precipitación mensual máxima, así como horaria y diaria máxima.
- Grado de impermeabilización del asentamiento.
- Existencia y capacidad del alcantarillado pluvial.
- Velocidades estimadas en inundación rápidas del pasado, con base en los daños causados por las mismas.
- Profundidad de la inundación en diferentes lugares del poblado.
- Duración de la inundación, ya que facilita la propagación de vectores transmisores de enfermedades.

El cambio climático amplifica la frecuencia y magnitud de los eventos extremos, pero en la mayoría de los casos esto no es una realidad totalmente nueva. Por lo tanto, es esencial que en cualquier propuesta se analicen los costos, los alcances, la efectividad y los

beneficios marginales, así como el impacto en la reducción del riesgo en cada caso.

En materia de infraestructura, el ordenamiento territorial es una herramienta que permite reducir las vulnerabilidades a un costo mucho más razonable que las soluciones estructurales de intervención física que muchas veces son inapropiadas, insuficientes, degradables y en ocasiones aumentan el riesgo para algunas zonas en el futuro.

Por otra parte, los sistemas de redes bien diseñados tienen suficiente redundancia o alternativas de enlaces, fuentes e instalaciones de control y de transferencia del producto que transportan, que son capaces de seguir funcionando cuando uno o varios enlaces dejan de funcionar. Esta redundancia es el elemento base e indispensable de la resiliencia, pero es necesario que exista una capacidad institucional, social y económica de seguir rápidamente funcionando después del evento, pero además continuar operando igual o mejor en el corto plazo.

Algunas acciones importantes son:

- Crear métodos para identificar y corregir las vulnerabilidades físicas de los sistemas de infraestructura y los asentamientos humanos.
- Generalizar el conocimiento entre actores locales, para que sean verdaderos “fiscales territoriales” que vigilen los cambios en los sistemas naturales, ya sean causados por los

seres humanos o por las variabilidades temporales esperables en todos los sistemas.

- Aumentar el conocimiento sobre el cambio climático y sus impactos en las diferentes zonas del país.
- Clarificar las particularidades de Costa Rica, que definen el vector de amenazas específico para cada región y subregión.
- Cualquier construcción de diques no sólo debe estar fundamentada en la vulnerabilidad actual de una comunidad específica, sino en la posibilidad real de que en el largo plazo se pueda reducir significativamente esa vulnerabilidad.

Los planes de acción deben ser renovados continuamente a medida que se resuelven los problemas más graves, que se conozca más sobre las vulnerabilidades mediante investigaciones específicas y se incorporen nuevos análisis sobre las variabilidades territoriales de las amenazas hidrometeorológicas.

Por lo anterior impera mejorar los sistemas de captura de datos, fortaleciendo y mejorando las redes de estaciones meteorológicas, así como las mediciones de caudales.

## 5.5 Biodiversidad

En este tema, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) ejecutó el proyecto “Removiendo Barreras para la Sostenibilidad del Sistema de Áreas Protegidas de Costa Rica”, que

buscaba establecer en el país las condiciones legales, políticas, financieras, administrativas y de gestión, necesarias para eliminar barreras y promover su sostenibilidad. Dentro de las acciones del proyecto fue desarrollado el estudio “Sistematización de las actividades de adaptación al cambio climático que favorecen la conectividad en los corredores biológicos en Costa Rica” para comprender la dinámica de las estrategias de conservación como los corredores biológicos, frente a los cambios a nivel global y el rol de sus gestores para incidir en transformaciones estructurales tanto en las esferas nacionales como locales, como uno de los caminos para revertir los impactos del cambio climático. Como parte de este esfuerzo fueron identificadas y caracterizadas una serie de actividades de adaptación al cambio climático en corredores biológicos, según criterios de selección directos e indirectos definidos por expertos (PNUD-SINAC, 2013).

La Asociación “Costa Rica por Siempre” y el SINAC, mediante un Convenio de Cooperación firmado en el 2010, desarrollan un Plan de Ejecución y Monitoreo de cinco años, con el fin de convertir a Costa Rica en uno de los primeros países en vías de desarrollo en cumplir con las metas del Plan de Trabajo de Áreas Protegidas (PTAP), de la Convención de Diversidad Biológica. Para cumplir este propósito se establecieron cuatro objetivos, de los cuales uno es de adaptación “Costa Rica identificará y mapeará las amenazas,

impactos potenciales y capacidad adaptativa de los ecosistemas más vulnerables al cambio climático.

Específicamente en temas de cambio climático y adaptación, dicha iniciativa de trabajo menciona las siguientes acciones a desarrollar:

- Aumentar la capacidad de vigilancia y control de las Áreas Marinas Protegidas.
- Identificar la capacidad adaptativa de los ecosistemas vulnerables al cambio climático, junto con las medidas de mitigación potencialmente viables en relación con el sistema de áreas protegidas terrestres del país.
- Desarrollar una estrategia de adaptación de las Áreas Protegidas Terrestres frente a los impactos potenciales generados por el cambio climático, sobre la biodiversidad y los servicios.

## 5.6 Salud

Los principales avances encontrados en el sector salud en relación con acciones dirigidas a reducir su vulnerabilidad o bien mejorar la capacidad adaptativa ante los potenciales impactos del cambio climático son:

### 5.6.1 Fortalecimiento de los sistemas de información para la vigilancia de la salud

El Ministerio de Salud por medio de la Dirección de Vigilancia de la Salud y en colaboración de la

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, elabora desde el 2009 el folleto “Indicadores básicos: Situación de la salud en Costa Rica”, en el cual se dispone de información actualizada sobre indicadores referentes a aspectos demográficos, socioeconómicos, mortalidad, morbilidad y servicios de salud, que reflejan la situación del país y son un insumo para el análisis del sector (Dirección de Vigilancia de la Salud, 2010).

En esta sección se debe destacar además, que el Ministerio de Salud formuló en el 2013 el Directorio de bases científicas de datos sobre investigación en salud, entre las cuales se encuentra la OARE que es un sistema en línea que brinda información de investigaciones ambientales en varias disciplinas, entre ellas cambio climático.

### 5.6.2 Investigación y vigilancia epidemiológica de la relación entre clima y salud

En el 2009 se publicó el documento “La salud y el cambio climático”, donde se sintetiza lo que se conoce como la «docena mortal», refiriéndose a 12 de las muchas enfermedades que pueden aumentar y extenderse a causa del cambio climático, estas son: tuberculosis, fiebre del valle del Rift, enfermedad del sueño, mareas rojas, gripe aviar, babesiosis, cólera, ébola, fiebre amarilla, parásitos intestinales, enfermedad de Lyme y la peste. Según Ávila (2009) de seguir la tendencia actual de cambio en el clima, estos

patógenos son los que tienen más posibilidades de afectar a las personas, los animales y la economía. Asimismo menciona que muchas enfermedades crónicas tienen una estrecha relación con los cambios atmosféricos, tal es el caso de enfermedades cardiovasculares, respiratorias e infecciosas. Igualmente, la seguridad alimentaria puede verse afectada y unida a la escasez de agua esencial para la higiene, o bien las inundaciones, aumentaría la carga de enfermedades diarreicas y la contaminación de los alimentos.

En relación a la vigilancia epidemiológica, el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) logró el desarrollo e implementación de metodologías para el diagnóstico molecular de la Malaria, así como para el seguimiento de los pacientes post tratamiento. Además ante la amenaza del cólera por la epidemia que sufrió Haití, el Centro Nacional de Referencia de Bacteriología coordinó actividades de manera que los laboratorios de la red nacional se encuentren en capacidad de identificar eventuales casos de esta patología (INCIENSA, 2010).

Asimismo como parte de las mejoras en la función de vigilancia epidemiológica, el INCIENSA logró en el 2011 la renovación

del sitio web, permitiendo que los usuarios de la CCSS y Ministerio de Salud puedan acceder en tiempo real a los resultados de laboratorio de los principales eventos de salud pública monitoreados. Este sistema no solo apoya la gestión institucional, sino que provee información oportuna para el control y monitoreo de enfermedades prioritarias en beneficio de la salud de los costarricenses.

En cuanto a mejoras en infraestructura para la vigilancia de la salud, el INCIENSA logró en el 2011 la remodelación de 100 m<sup>2</sup> de laboratorio de bioseguridad tres, el cual permitirá trabajar en forma segura cualquier tipo de muestra sospechosa que requiera un alto grado de contención por su peligrosidad.

Finalmente en esta área el INCIENSA formuló en el 2013 un estudio sobre “El dengue en Costa Rica: evolución histórica, situación actual y desafíos”, en el que se puede ver la evolución de los casos de dengue por cantidad y sectores, por lo que se puede correlacionar con las variaciones climáticas y planificar acciones de adaptación a partir de las proyecciones del clima. Además menciona que la prevención del dengue está condicionada en gran medida, por la eficacia de las estrategias de control a largo plazo, los conocimientos, actitudes y prácticas

de la población frente a la salud. La enfermedad y la muerte están influidos por las experiencias de cada comunidad en su interacción con el contexto social, económico y cultural, así como en su contacto con los diferentes agentes e instancias de salud (Morice et al. s.f)

## 5.7 Pesca y Zonas Costeras

Referente a las acciones de adaptación en este sector, nuevamente se encuentra falta de explicitación en relación al tema y más bien se identificaron acciones que pueden considerarse de adaptación autónoma. Estas acciones se han agrupado en tres categorías: ordenamiento y regulación de la gestión pesquera, evaluación de los recursos pesqueros y monitoreo de la efectividad o impacto de algunos esfuerzos de gestión.

La Comisión Presidencial para la Gobernanza Marina, realizó en el 2012 un análisis de los arreglos formales e institucionalidad marina en Costa Rica. Dicha comisión se ocupa prioritariamente de evaluar y analizar la dimensión institucional y gubernamental de la gobernanza marino-costera del país, y representa la autoridad superior de alto nivel y carácter permanente que define las políticas, proyectos de Ley y convenios nacionales marino-costeras (Alvarado et al. 2012).

# CAPITULO 6

## INFORMACIÓN PERTINENTE PARA EL LOGRO DEL OBJETIVO DE LA CONVENCION

### 6.1 Transferencia de tecnología

La evaluación de necesidades de tecnología ha involucrado a los diferentes actores nacionales, en un proceso de consultas para identificar las tecnologías y las medidas para superar las barreras por medio de análisis sectoriales.

Con el TNA se buscó alcanzar los siguientes objetivos:

- Identificar y priorizar, por medio de un proceso participativo, tecnologías que puedan contribuir a las metas de mitigación y adaptación, en línea con las metas nacionales de desarrollo sustentable y las prioridades tecnológicas.
- Identificar barreras para la adquisición, desplazamiento y difusión de tecnologías prioritarias.
- Desarrollar Planes de Acción Tecnológicos (TAPs), especificando actividades y facilitando marcos regulatorios para superar las barreras y facilitar la transferencia, adopción y

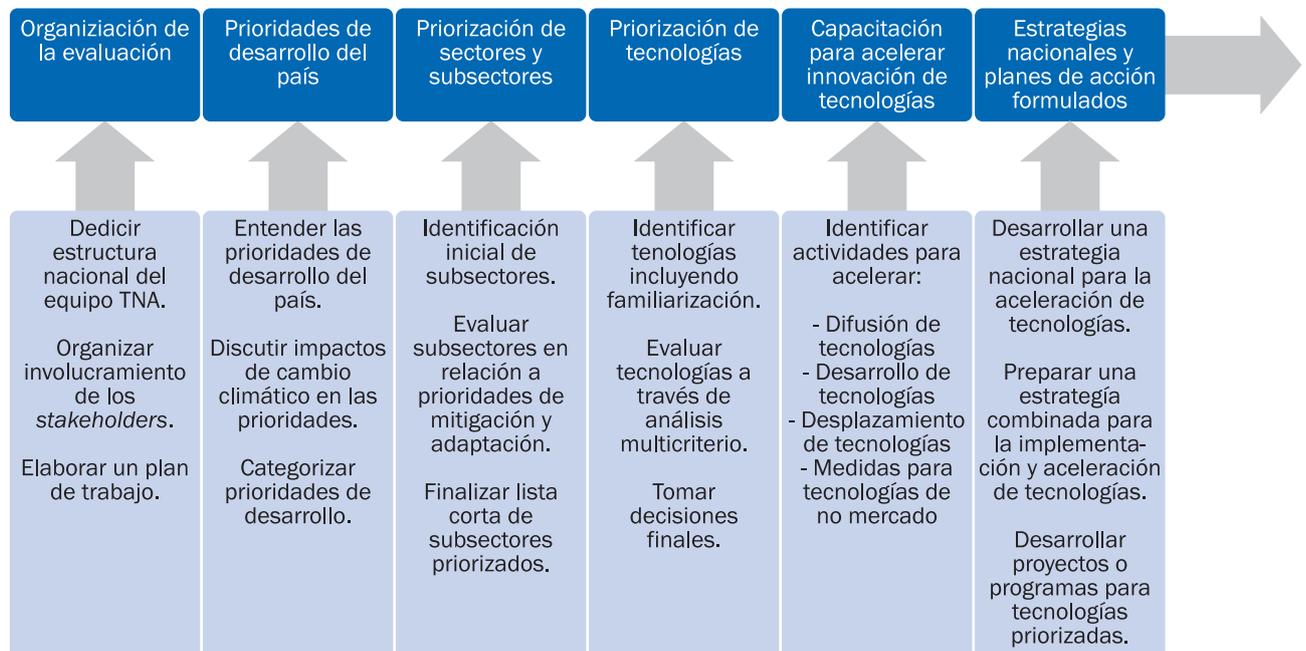


FIGURA 6.1. Proceso de evaluación de necesidades tecnológicas.

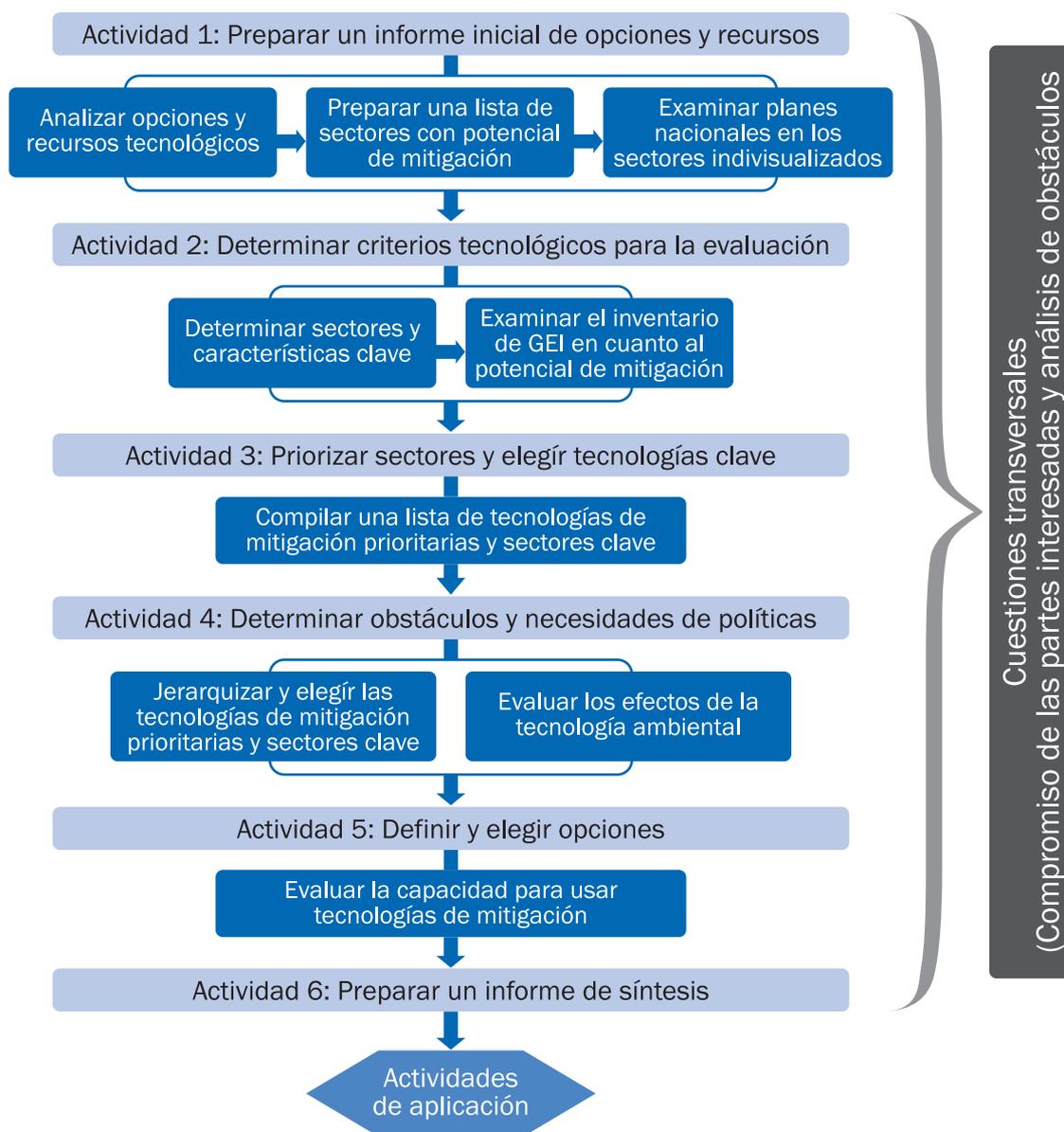


FIGURA 6.2. Etapas clave en la evaluación de necesidades de tecnología para la mitigación.

difusión de tecnologías en los países participantes.

Para lograr lo anterior, se organizó el equipo nacional y se identificaron los sectores para categorizar las prioridades de desarrollo nacional. Posteriormente se categorizaron las prioridades de desarrollo nacional, así como los sectores y subsectores en el

proceso participativo. Finalmente, se seleccionaron las tecnologías para realizar un análisis multicriterio y se identificaron barreras en el desarrollo, difusión y aceleración de uso de las tecnologías. En la [figura 6.1](#) se muestra el proceso.

La evaluación de tecnologías para mitigar las emisiones de GEI, tiene como objetivo reducir

o evitar las emisiones de GEI y se refieren a sectores específicos, por ejemplo, el sector de la generación de energía y del transporte.

En materia de adaptación al cambio climático plantea problemas más complejos, pues existe mayor incertidumbre en relación con la vulnerabilidad y el riesgo, ya que los efectos dependen de cada caso, y no es fácil

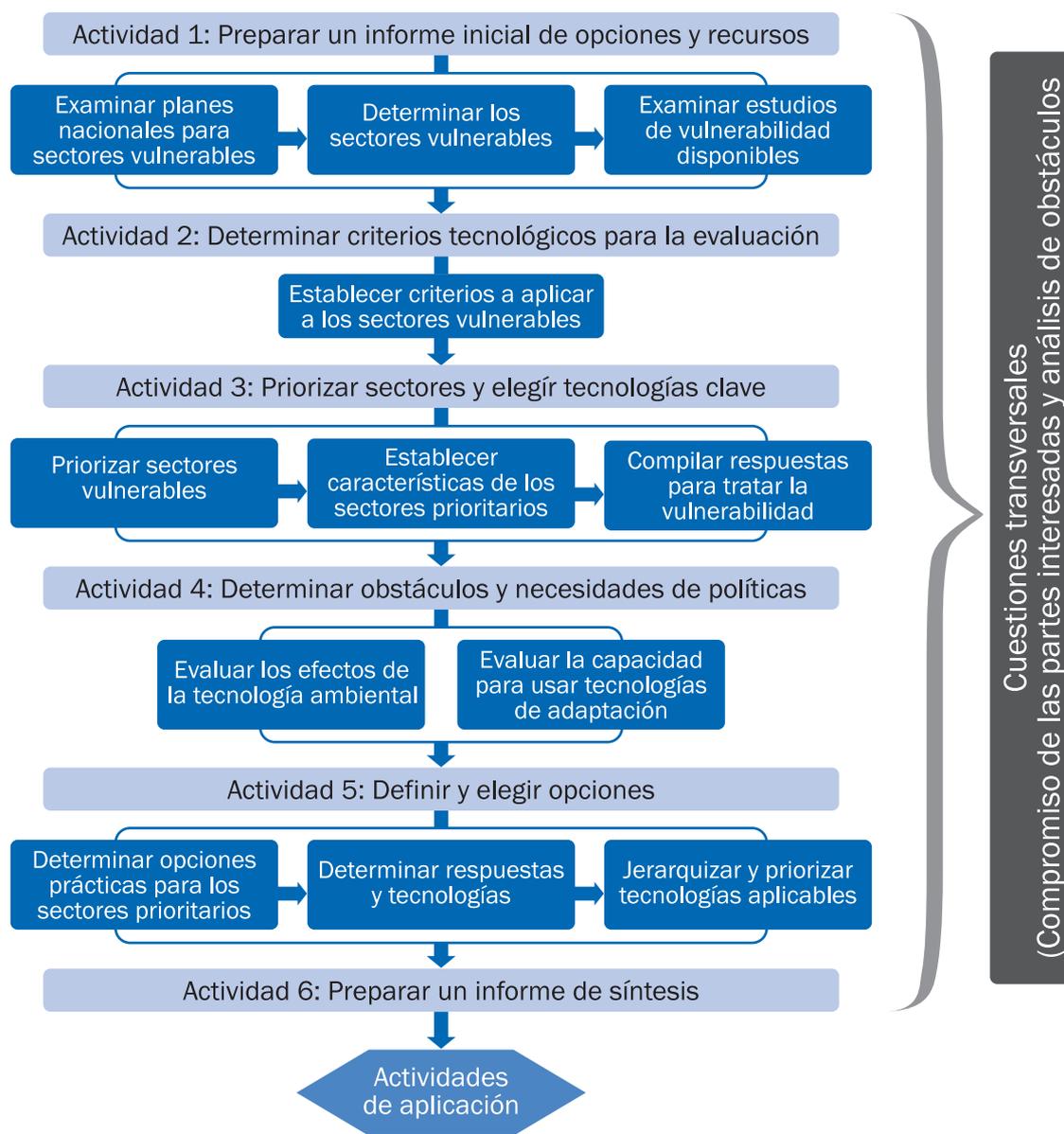


FIGURA 6.3. Etapas clave en la evaluación de necesidades de tecnología para la adaptación.

generalizarlos a escala espacial y temporal. Esta incertidumbre dificulta la determinación de las medidas, opciones y tecnologías de adaptación apropiadas, así como las partes que se verán afectadas.

En las figuras 6.2 y 6.3 se muestran los esquemas de evaluación de necesidades tecnológicas, tanto para proyectos de mitigación como de adaptación:

En Costa Rica, el proceso va asociado a la formulación de la Estrategia de Carbono Neutralidad (C-Neutral) para el 2021, así como a la Estrategia Nacional de Cambio Climático, además de las estrategias sectoriales establecidas por los rectores en cada sector. Así se concluye con una estrategia de desarrollo, aceleración y transferencia de

tecnologías, en los dos grandes campos: la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la adaptación a las consecuencias del cambio climático.

El proceso permitió la participación amplia de actores, el fortalecimiento de equipos sectoriales interinstitucionales y una mejor comprensión de los requisitos

económicos, políticos, jurídicos, culturales e institucionales, para la adopción de tecnología.

### 6.1.1 Principales resultados en mitigación

En el cuadro 6.1 se muestran los resultados de priorización de sectores y subsectores en materia de mitigación. La Dirección de Cambio Climático definió que de los sectores priorizados por las partes interesadas, el TNA se concentraría en transportes, electricidad, residuos sólidos, cambio uso de la tierra y forestal, y sector agropecuario.

Una vez determinada la priorización por las partes interesadas, el MINAE por medio de la DCC estableció que las siguientes etapas se seguirían para dos tecnologías de mitigación: Integración de transporte público y descongestionamiento, Conservación y Eficiencia eléctrica, y una tecnología con impacto tanto en mitigación y adaptación: Producción Agropecuaria Sostenible.

#### 6.1.1.1 SECTOR TRANSPORTE

Con la participación de autoridades y técnicos del MOPT, se analizaron las tres intervenciones tecnológicas en transporte a saber: integración del transporte público, medidas de descongestionamiento e infraestructura vial, las que será necesario implementar conjuntamente para provocar una reducción importante en las emisiones del transporte, que se concentran en el área metropolitana de San José.

CUADRO 6.1  
Priorización de sectores y subsectores TNA de mitigación

Tema	Sector	Sub-sector
Mitigación	Energía	Transporte público
		Transporte privado
		Conservación y eficiencia eléctrica
	Cambio en uso de la tierra y forestal	Producción de madera sostenible
		Servicios ambientales
		Producción de energía para industria
	Manejo de desechos	Aprovechamiento de metano en plantas de tratamiento
		Esquema de Reconocimiento de servicios ambientales
	Agricultura y Ganadería	Sistemas de ganadería para reducción de metano

Se determinó, que las principales barreras son de tipo organizacional-institucional, donde la coordinación tanto externa como interna es el principal obstáculo. La alta fragmentación sectorial e institucional, que se traduce en una altísima dispersión de competencias y dilución de responsabilidades, sumada a débiles mecanismos de coordinación institucional y baja capacidad de ejecución, da como resultado una barrera institucional que burocratiza en exceso el planteamiento y ejecución de proyectos.

Las metodologías de análisis para el sistema de transportes no están desarrolladas y se tiende a usar metodologías externas al MOPT y existe un retraso institucional en la adopción de tecnologías de información y comunicación, que permitan la unificación de sistemas y gestión de la información vitales para la toma de decisiones y planificación. Por ejemplo, es difícil lograr la modelación de transporte para intervenciones de gran escala a fin

de lograr reducción de emisiones de GEI de manera importante, ya que las bases de datos están dispersas o incompletas, requiriendo niveles de coordinación y priorización que no son los habituales en la institución. Esto no implica que el ministerio carezca de personal técnico capacitado para análisis y formulación de proyectos de transporte, pero en muchos casos hay una fuerte recarga de funciones en personal que se reducido a través de los años, y con demandas de temas urgentes que distrae la participación en proyectos estratégicos.

El tema de políticas y regulaciones se caracteriza por los incentivos perversos, para alentar la burocracia e ineficiencia. Los retrasos en los procesos licitatorios se convierten en obstáculos para dar cumplimiento con los cronogramas establecidos, ya que los periodos establecidos en la Ley de Contratación Administrativa para resolución de apelaciones o aprobación de contratos son muy extensos. El manejo de los procesos

de expropiación es engorroso y sumamente lento, con lo que en ocasiones la administración pública prefiere recurrir a soluciones alternativas con tal de no enfrentar los costos de la misma.

Uno de los principales problemas que ha enfrentado el sector, es la falta de recursos financieros para atender las necesidades en infraestructura vial. A pesar de que el presupuesto para infraestructura vial aumentó casi cinco veces en los últimos años, para superar el 2% del PIB, el rezago en inversión hace insuficiente esa asignación de recursos, por lo que el financiamiento solo puede venir de crédito exterior o bien de la participación de la empresa privada. Actualmente los modelos de titularización de obras públicas y otras estructuras de financiamiento están ausentes, incluso la concesión de obra pública ha sido poco aplicada, con experiencias que hasta el momento han creado resistencia política y social, en cuanto a su mayor uso.

Por lo tanto, las ideas de proyectos deben situarse en actualizar los planes para implementar el paquete tecnológico considerando, fortalecimiento organizacional-institucional, fortalecimiento y creación de capacidades en materia de modelación de transporte, establecimiento de un plan de acción para el manejo de la flota privada, cambio legal en materia de expropiación y contratación administrativa y promoción de figuras como concesión de obra pública, titulación de obra pública, productos estructurados y esquemas de alianzas público-privados

con financiamiento privado y que reste presión al financiamiento público y al endeudamiento externo.

De esta manera las ideas de proyectos que se desprenden son:

- a) Plan de implementación del paquete tecnológico mediante:
  - i. El establecimiento de un Plan Maestro de Transporte Público en su componente metropolitano, que incluya la revisión propuesta PNT, políticas de sectorización y rediseño de la red de transporte público.
  - ii. El establecimiento de un Plan Maestro de Infraestructura Metropolitana (revisión estructurada de propuesta PNT).
  - iii. El establecimiento de un Plan maestro de descongestión vial metropolitano (análisis del CFIA y aportes documentados por la CEPAL)
  - iv. Apoyo para implementar el sistema nacional de pago electrónico, que integre todas las modalidades de transporte público masivo, y que venga aunado a la revisión de los modelos de fijación de las estructuras tarifarias.
  - v. Todos estos planes deben obtener estatus de apoyo político, mediante la Política General de Transportes con especial atención a la realidad y necesidades de la región metropolitana, y que logren la integración de la política y planes de

transporte con las políticas y planes urbanos, así como los planes de otras modalidades de transporte

- b) Un programa de fortalecimiento y creación de capacidades en materia organizacional-institucional, donde se promueva la coordinación institucional y sectorial de un Consejo sectorial de transportes para políticas y planificación unificadas, o dándole mayor estatus a la Dirección de Planificación Sectorial para que cumpla esta labor. Se tendría un estudio sobre las necesidades de reestructurar las unidades de transporte del MOPT, acorde con demanda de política y plan maestro de transporte y que identifique las necesidades presupuestarias, de acuerdo con el diseño institucional requerido. Se reformarían los Consejos del MOPT para la separación de sectores regulados, que logre limitar la participación de los sectores administrados dentro de la toma de decisiones en las políticas de transportes, de manera tal, que anteponga los intereses nacionales y técnicos a los intereses sectoriales y de grupos de presión. Se crearía alternativamente una red de partes interesadas que facilite la participación de los diversos integrantes del sector transporte, así como de los grupos administrados.
- c) Un programa de fortalecimiento y creación de capacidades en materia de moderación de

transporte, para intervenciones de gran escala que permita lograr un sistema de transporte integrado y organizado en el área metropolitana y estimaciones del impacto en la reducción de emisiones. En este sentido, se requiere financiar un programa de integración del sistema TIC de transportes del MOPT en una sola base confiable, alimentada por los distintos departamentos y consejos que puedan ofrecer reportes fiables según sea la demanda de información, para la toma de decisiones y la planificación en general. Este punto también requiere apoyo de estudios de comportamiento de flota vehicular, que complete y actualice las bases de datos.

d) Establecer un plan de acción de manejo de la flota privada, que desincentive la adquisición y el uso de los vehículos particulares a favor del uso del sistema de transporte público de uso masivo. Dentro de estas acciones se deben incluir acciones de corto plazo, como la restricción por placa de vehículo, la limitación de área de parqueo en zonas congestionadas, los peajes por congestión, la mejora de la eficiencia de los vehículos mediante incentivos a la importación de tecnología limpia y límites a la antigüedad de la flota vehicular, entre otras medidas.

e) Generar una propuesta para promover cambio legal, que permita la agilización de

acciones de expropiación y de contratación administrativa y que incorpore un sistema de penalización por apelaciones presentadas sin fundamento.

f) Generar una propuesta para la definición de políticas y normas para la operación dentro de la figura de concesiones, titulación de obra pública, productos estructurados y esquemas de alianzas público-privados que aumente el uso de las herramientas financieras disponibles, y reste presión al financiamiento público y al endeudamiento externo. En este caso se tendría la definición de la arquitectura financiera y de cooperación, que permita identificar las posibilidades de cooperación y financiamiento en cambio climático.

#### 6.1.1.2 SECTOR AGRÍCOLA

Los principales problemas detectados incluyen el rediseño del Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible (PFPAS), que se denominaría Programa de Reconocimiento de Servicios Ambientales para el Sector Agroalimentario. El programa se implementó como plan piloto con 16 mil productores agrícolas, y para ampliar la experiencia se hace necesaria mayor investigación y validación de tecnologías para la producción sostenible. Se requiere capacitación de profesionales del sector agropecuario, mejoramiento de laboratorios para análisis y diagnóstico, y formación de técnicos y científicos.

Por su parte, la experiencia mostró que los productores y organizaciones beneficiarios enfrentaron debilidad organizativa, empresarial y bajo nivel de experiencia para adoptar con facilidad la producción sostenible. Para un nuevo programa nacional se aprovecharían los mecanismos de compensación actuales que se desarrollaron con el PFPAS, pero se requiere ampliar los instrumentos para incorporar mecanismos y metodologías innovadoras, con la aplicación de prácticas agroforestales y silvopastoriles, y los incentivos a la carbono neutralidad y certificación C-neutral, que permita un valor agregado para el agricultor por la diferenciación en los mercados del bien producido con prácticas sostenibles.

La política económica impulsada desde los años ochenta redujo la promoción de sectores productivos específicos, especialmente en lo que se refiere a los pequeños productores y el mercado interno, con un privilegio al desarrollo de la producción bajo modelos de gran extensión y con énfasis en la exportación, con requerimientos altos de inversión, abiertos a la competencia con el producto importado y regulaciones acordes con el comercio internacional, que reducen la posibilidad de incorporación de pequeños y medianos productores.

Se ha producido una evolución hacia el fomento de la producción sostenible, pero con una orientación ambiental y de protección de recursos, y no hacia la producción agropecuaria sostenible específicamente con las particularidades

sociales, económicas y ambientales que ésta implica.

La ejecución del programa de producción sostenible cuenta con marco político, jurídico (Ley 8408) y de recursos financieros propios. Sin embargo, se carece de políticas para el fomento de la producción agropecuaria sostenible más allá del programa, con mecanismos de incentivos públicos y privados. La legislación existente alrededor de la producción agropecuaria sostenible es amplia y muy difícil unificar, lo que requiere trabajar con leyes e instituciones actuales, bajo un esquema de alta coordinación y organización.

El sector agropecuario ha evolucionado, de manera que los gremios sectoriales asumen muchas de las acciones del MAG y de las entidades del Estado en cuanto a las políticas y objetivos de incentivos a la producción, mercados y protección de los productores. Si bien el país tiene una organización del sector agropecuario establecida, la interacción con las organizaciones gremiales permitiría definir prioridades, un plan de trabajo y campos de acción de cada una.

En materia del mercado existe una dependencia por parte del pequeño y mediano productor hacia los intermediarios, los cuales obtienen un margen amplio de utilidades, al contrario de la utilidad que obtienen los productores. Si bien son varias las instituciones que fomentan el mercadeo de los productos agropecuarios, la mayoría no lo hacen con base en características de la producción sostenible. No existe coordinación

entre estas instituciones y no hay un instituto que fomente el mercadeo de productos agropecuarios en todas las etapas de producción hasta su consumo final. Se requieren programas de sensibilización en el sistema educativo y en los medios de prensa, para influir en el consumidor y crear un mercado interno que premie productos de la producción sostenible.

Una situación muy importante, es que los esquemas existentes en el sistema financiero son limitados para incluir el concepto de la producción sostenible y el reconocimiento de servicios ambientales.

Por lo tanto, las ideas de proyectos deben dirigirse a reformular el PFPAS para su lanzamiento a escala nacional, apoyar la formulación de una política de producción sostenible de largo plazo, creación de un marco institucional para coordinación de políticas agropecuarias y ambientales, una estrategia de sensibilización hacia el consumo de producto de origen sostenible, así como ampliar opciones de crédito y seguros agrícolas y pecuarios orientados a la producción sostenible.

De esta manera las ideas de proyectos que se desprenden son:

- i. Reformulación del PFPAS, para ser un programa nacional como es el Programa de Reconocimiento de Servicios Ambientales para el Sector Agroalimentario.
- ii. Formulación de una política de producción agropecuaria sostenible de largo plazo, complementada con aspectos de desarrollo rural y

política agroalimentaria, que permita evitar cambios abruptos ante los cambios de administraciones.

- iii. Rediseño institucional que logre coordinación de políticas agropecuarias y ambientales por medio de un ente mixto, con el fin de promover actividades agropecuarias que garanticen el desarrollo sostenible en relación con las regulaciones ambientales, para evitar que exista duplicidad, contradicciones e incertidumbre.
- iv. Una estrategia de sensibilización dirigida tanto a consumidores, como agricultores, agro-empresarios y profesionales del sector agroalimentario, entre otros. Paralelamente se requiere un programa para coordinar el mercadeo hacia los productos de origen sostenible, que reduzca la dependencia hacia los intermediarios.
- v. Mecanismos de financiamiento que incentiven la producción sostenible favoreciendo esquemas de sellos verdes tales como: Denominación de origen costarricense sostenible, Carbono neutralidad (C-Neutral). Adopción de buenas prácticas, Bancos de hábitats (con el concepto de mitigación compensatoria ante impedimento de cambio en uso del suelo), y Sello de sostenibilidad.

### 6.1.1.3 CONSERVACIÓN Y EFICIENCIA ELÉCTRICA

Los principales problemas detectados se refieren a que el paquete tecnológico consiste en la

implementación de medidas de conservación y eficiencia, que incluyen la educación en la industria, calderas, motores, luminarias, calentadores de agua, acondicionadores de aire eficientes, educación residencial, y temporizadores para la calefacción agua. Sin embargo, para su implementación se tiene que revisar el plan de conservación y eficiencia eléctrica, ya que esas medidas tecnológicas requieren la actualización de sus planes de implementación constantemente, debido a los cambios tecnológicos que los afecta. El último PRONACE fue dado en el año 2003 y no ha sido revisado recientemente.

A pesar de tener la Ley de Uso Racional de Energía (URE) y de los esfuerzos que se han hecho para aplicarla, no se ha cumplido el desarrollo de la institucionalidad y la designación de recursos presupuestarios para la administración de los programas y actividades contenidas en esta Ley. Por otro lado, existe poca articulación entre los centros de investigación y desarrollo como universidades y laboratorios de eficiencia, y por último no hay una política vinculante que guíe al sector privado en conservación y eficiencia energética.

Se observa la falta de concientización del uso racional de la electricidad en el sector industrial, pero especialmente en el sector residencial. En el aspecto de comunicación y sensibilización, se nota una debilidad en cuanto a la promoción de las actividades de ahorro y eficiencia en el uso de la electricidad y su

sostenibilidad en el tiempo. A pesar de contar con una Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria, donde se establecen exoneraciones de impuestos de importación para equipos y materiales que ayuden a un consumo eficiente, las exoneraciones no han tenido un impacto significativo en la adquisición de estos artículos.

Se manifiesta una barrera importante de tipo financiero, ya que pesar de la existencia de un sistema financiero comercial consolidado y el impulso del Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD), no existe desarrollo de productos financieros concretos y acordes a las necesidades de eficiencia energética.

Las ideas de proyecto están alrededor del apoyo a la formulación de una política de conservación y eficiencia energética, la operación de la Dirección Sectorial de Energía, el impulso de un programa de educación y promoción de la conservación y eficiencia energética, la restauración del Premio Nacional de Energía, la creación del sello ambiental de conservación y eficiencia energética, y la creación de productos financieros específicos por parte de la banca comercial y la banca de desarrollo.

De esta manera las ideas de proyectos que se desprenden son:

- i. Formulación de una política de conservación y eficiencia energética, que supere la condición actual.
- ii. Establecimiento de un programa y alianza de trabajo en conjunto con la DSE, instituciones

del sector eléctrico y el sector privado, para definir programas conjuntos de aplicación voluntaria más allá de la normativa y estándares que el MINAE pueda impulsar con este propósito.

- iii. Programa de educación y promoción de la conservación y eficiencia energética, ante la falta de mayor conocimiento y sensibilización por parte del público.
- iv. Restauración del Premio Nacional de Energía, con el fin de reconocer y exaltar el aporte de personas e instituciones en el uso eficiente de la energía, la sustitución por mejores fuentes de energía, el empleo de fuentes renovables de energía, administración de la demanda de la energía o las posibles combinaciones de estas opciones. Paralelamente se crearía el sello ambiental de conservación y eficiencia energética.
- v. Estrategia de promoción para la creación de productos financieros específicos por parte de la banca comercial y la banca de desarrollo, para la adquisición de equipos industriales con alto régimen de eficiencia en el consumo de energía eléctrica.

### 6.1.2 Principales resultados en adaptación

Para el proceso de evaluación de TNA, se llevó a cabo una revisión de los planes y políticas de desarrollo nacional y sectorial. Sus lineamientos estratégicos fueron enfocados en detalle,

mediante la interacción con las entidades rectoras de las políticas sectoriales.

En el contexto nacional el objetivo de la adaptación es reducir la vulnerabilidad y el riesgo de los sectores socio productivo, con el fin de disminuir los impactos negativos de la amenaza climática y aprovechar las ventanas de oportunidades que se deriven.

La Dirección de Cambio Climático definió que de los sectores priorizados por las partes interesadas el TNA se concentraría en: Infraestructura, Agua, y Cambio uso de la tierra y forestal y agropecuario (cuadro 6.2).

Una vez realizada la priorización de sectores y subsectores, se priorizaron las tecnologías en adaptación (cuadro 6.3).

Una vez determinada la priorización dada por las partes interesadas, el MINAE por medio de la Dirección de Cambio Climático, estableció que las siguientes etapas de proyecto se seguirían en dos tecnologías de adaptación: Cogestión Adaptativa de Cuenca y Escenarios Meteorológicos Detallados, y una tecnología con impacto tanto en mitigación y adaptación: Producción Agropecuaria Sostenible.

### 6.1.2.1 SECTOR HÍDRICO: GESTIÓN ADAPTATIVA DE CUENCAS

El país necesita avanzar en la gestión integrada del recurso hídrico, con el fin de garantizar su uso racional, el acceso democrático del agua y la recolección y tratamiento de aguas residuales. El Plan Nacional de Gestión

CUADRO 6.2  
Priorización de sectores y subsectores

Tema	Sector	Sub-sector
Adaptación	Infraestructura	Estándares construcción de carreteras
		Vivienda popular
	Agua	Riego
		Consumo humano
		Producción hidroeléctrica
	Forestal	Protección de bosque con pago de servicios ambientales
		Manejo de cuencas
		Corredores biológicos
	Agricultura y Ganadería	Esquema de Reconocimiento de servicios ambientales
		Sistemas de ganadería para reducción de metano

CUADRO 6.3  
Priorización de tecnologías de adaptación

Opción Tecnológica	Sector
Cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas	Agua
Sistema de Información Geográfica en SENARA	
Escenarios climáticos más detallados	
Cosecha de lluvia y su utilización en sistemas de riego	Agricultura
Producción agrícola sostenible	
Ampliación de Pago de Servicios Ambientales	Forestal
Habicom – Casas prefabricadas de madera	Infraestructura
Incremento de la calidad de la red vial nacional asfaltada	

Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH) supone como principio fundamental, la participación de los actores sociales y que la “gestión del recurso hídrico debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios y los diferentes actores sociales, en los diferentes niveles de gestión” (PHN, 2009). Además, un lineamiento de la política nacional respecto al recurso es que se deben minimizar los niveles de conflicto relacionados con el agua,

mediante la “construcción de consensos para identificar intereses legítimos y contribuir con soluciones beneficiando el bien común y propiciando la paz social”.

Los resultados del estudio del IMN sobre el riesgo del recurso hídrico indican que, cualquier área geográfica de Costa Rica tiene riesgo de que un evento extremo cause una sequía o una inundación y que esta impacte negativamente la administración de agua potable, afectando el

desarrollo humano y el desarrollo de las comunidades, especialmente aquellas más vulnerables. Todo el país debe estar preparado, pero comparativamente existen zonas de mayor riesgo climático y deben ser identificadas para priorizar medidas de adaptación.

Esto implica la necesidad de creación de planes, políticas y proyectos que aseguren la protección del recurso hídrico y la gestión integrada del mismo mejorando “la confusión legal actual, la identificación y separación de los diferentes roles, y la gestión del agua como recurso y como servicio” (PHN, 2009).

Ante estas perspectivas la tecnología de Cogestión Adaptativa de Cuencas Hidrográficas, se torna sumamente prioritaria dentro de la lógica de la adaptación al cambio climático.

Como ideas de proyecto se identificaron: la reformulación de la Cogestión Adaptativa de Cuencas como un programa nacional, el desarrollo de una arquitectura financiera, un programa para gobiernos locales y el establecimiento de un órgano de coordinación superior.

De esta manera las ideas de proyectos son:

- i. Reformulación de la Cogestión Adaptativa de Cuencas Hidrográficas, para convertirla en un programa nacional.
- ii. Desarrollo de una arquitectura financiera de apoyo, con capital semilla para las primeras actividades de intervención en cuencas mediante la cogestión adaptativa de cuencas.

iii. Programa de Cogestión Adaptativa de Cuencas en gobiernos locales como instituciones líderes.

iv. Programa de desarrollo de capacidades que permita el establecimiento de un órgano de coordinación superior, denominado Sistema Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (SINARH).

#### 6.1.2.2 MEJORAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

La mejora de los escenarios climáticos enfrenta la dificultad de que los modelos climatológicos que generan mejores escenarios, son altamente costosos y requieren de datos climáticos a través del tiempo, lo que amplía el tipo y la cantidad de instrumentos que se requieren y los recursos para mantener un programa por muchos años. Sin embargo, el presupuesto asignado al IMN se ha contraído en las últimas décadas y esta institución no puede autofinanciar un proyecto muy ambicioso.

El sector presenta instituciones con mucha fortaleza institucional y técnica que pueden complementar el levantamiento de datos, sin embargo, la coordinación e integración de labores es compleja, más aún en zonas o cuencas donde varios entes manejan actividades o inversiones importantes. Unido a esto, la información climatológica que respalda las corridas de los modelos a escala regional, presenta dispersiones importantes en los datos

de temperatura y precipitación que no convergen para ser integrados. Por razones presupuestarias, solo una cantidad limitada de las estaciones meteorológicas controladas por el IMN se encuentran en servicio, lo que reduce el acervo y la calidad de los datos.

De esta manera las ideas de proyectos son:

- i. Programa que permita al IMN la ampliación de la red estaciones meteorológicas, manteniendo información actualizada y de calidad.
- ii. Un programa de levantamiento de capacidades de coordinación intersectorial que propicie un convenio interinstitucional (IMN, ICE, AyA, SENARA y CENAT), mediante el cual se desarrolle un programa de sistematización y consolidación de información climatológica y geográfica.
- iii. Consecución de recursos de cooperación, que permita al Instituto Meteorológico Nacional la aplicación de la mejor tecnología disponible con la información climática nacional.

## 6.2 Observación sistemática

Costa Rica fue el primer país en América Latina que se incorporó a la Red Internacional de Observaciones Meteorológicas, establecida en 1873. A partir de entonces, se han venido instalando diferentes redes de observación del clima que atienden objetivos y temas específicos.

En el país existen las siguientes redes:

- a. Red meteorológica sinóptica
- b. Red meteorológica aeronáutica
- c. Red meteorológica agrícola
- d. Red hidrológica,
- e. Red de contaminación atmosférica superior
- f. Red mareográfica y de meteorología marina
- g. Red de descargas eléctricas
- h. Red pluviométrica urbana
- i. Red climatológica
- j. Red del estado de los ríos
- k. Red de recepción de imágenes satelitales

En los últimos años, el IMN estableció la Red de Monitoreo de Cambio Climático instalada en seis regiones estratégicas del país. Esta es una red que permite obtener datos e información específica con instrumentos especializados; cuenta con altos estándares de confiabilidad en la detección oportuna de los cambios del clima ya que dispone de instrumentos de alta precisión, cuyos datos son periódicamente contrastados con los proporcionados por instrumentos patrón. De esta manera, se asegura la calidad del dato a través de los años.

Las variables que se miden en la red son: temperatura del aire (máxima y mínima), humedad relativa, precipitación, viento (velocidad y dirección), radiación solar y presión del aire.

Estas estaciones de monitoreo de cambio climático están ubicadas en sitios con buena exposición, donde los datos no son afectados por situaciones locales ajenas al clima y donde puedan perdurar por largos períodos. Se encuentran instaladas en el

Parque Nacional Santa Rosa, la Reserva Forestal Golfo Dulce, el Parque Nacional Los Quetzales, la Universidad para la Paz y la Escuela de Agricultura de la Región del Trópico Húmedo (EARTH).

### 6.3 Educación y sensibilización

La educación, la formación y la sensibilización pública juegan un papel sumamente importante en la toma de conciencia de los seres humanos sobre la importancia de realizar acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático. Por lo tanto, se ha motivado a los entes involucrados a nivel nacional a elaborar y aplicar programas de educación y sensibilización sobre el cambio climático y sus efectos, a facilitar el acceso a la información y la participación del público y a promover la formación de personal y la preparación e intercambio de material educativo.

Es claro que la educación, la sensibilización y el cambio cultural son procesos que deben acompañar las políticas nacionales, la Estrategia Nacional y los Planes de Acción en materia de Cambio Climático. Sólo a través de programas estructurados y transversales, las comunidades se sensibilizarán sobre la importancia de adoptar e implementar medidas de adaptación y mitigación recomendadas.

Como parte de los ejes de trabajo de la ENCC existen tres criterios fundamentales en la elaboración de políticas públicas

culturales: que sean participativas, consultivas y consensuadas. En este sentido, se han creado 6 microprogramas de cambio climático para la difusión en radio, cine y televisión denominados: Acciones Tempranas, Adaptación, La Norma, Sociedad Civil, Experiencias y Empresas exitosas.

Adicionalmente se ha realizado un curso para periodistas y se creó la nueva página web de la DCC. También existe una constante creación de artículos de opinión en los medios de comunicación.

Asimismo, el IMN ha elaborado material para capacitación sobre los temas alusivos al cambio climático y se unen esfuerzos con el Ministerio de Educación Pública para capacitar profesores y estudiantes de escuelas y colegios del país. Todo el material realizado se encuentra en la página web [global.imn.ac.cr](http://global.imn.ac.cr). Además se capacitan funcionarios de instituciones públicas y privadas, gobiernos locales, productores y público en general, en temas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Por otra parte, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y la Asociación Costa Rica por Siempre a través de un acuerdo de donación del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), desarrollaron e implementaron un sistema de inducción sobre el cambio climático dirigido a actores relevantes que gestionan la biodiversidad en el país, con el fin de fortalecer sus capacidades en el manejo de los conceptos que definen el cambio

climático, su impacto sobre la biodiversidad y la identificación de acciones y medidas de mitigación y adaptación, que faciliten la atención de este cambio en el clima.

En el proceso desarrollado se capacitaron 16 funcionarios del SINAC como facilitadores, los cuales estarán realizando talleres de inducción sobre cambio climático a los funcionarios de la institución, los Consejos Regionales de Áreas de Conservación y los Consejos Locales, así como a diferentes actores de comunidades. Actualmente se han capacitado aproximadamente 200 personas entre funcionarios y representantes de los consejos.

En el marco del Programa REDD se desarrolla una Estrategia de Comunicación que complementa el proceso, mediante el desarrollo de materiales y medios informativos que cubren la mayor parte de los

sectores y actores involucrados, incluyendo medios electrónicos y una página web donde está disponible la información sobre el proceso. En esta fase se dan pasos relacionados con la construcción del Mecanismo de información y resolución de conflictos (Mecanismos de Queja o control de calidad de servicios) y se entra en la fase de desarrollo del “Marco para la Gestión Social y Ambiental”, como herramienta para facilitar la implementación de la estrategia.

Por su parte en el sector agrícola se han realizado 24 capacitaciones en sistemas productivos de hortalizas y de café, para un total de 899 participaciones. Se ha capacitado a más de 60 agricultores como formadores y se tienen más de 100 beneficiarios directos en las regiones Huetar Atlántica y Brunca del país; estos esfuerzos se han visto reflejados en mejoras

en la producción y en la generación de nuevos conocimientos por parte de los mismos productores, mejorando su competitividad (Ramírez, comunicación personal, s.f).

Aunque se han realizado esfuerzos puntuales, es imperante la necesidad de construir una Estrategia Nacional de Educación y Comunicación para el Desarrollo en materia de Cambio Climático, que logre integrar todos los esfuerzos y marcar la ruta para que se genere el ciclo de reflexión y transformación social que requieren los procesos de cambio, en las prácticas cotidianas y en la interpretación de la realidad. La articulación de procesos de educación y comunicación estratégicos, permitirá un cambio en el sistema y la efectividad en la implementación de medidas tendientes a favorecer la adaptación y mitigación del cambio climático.

# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados	CST: Certificado para la Sostenibilidad Turística
ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.	CYMA: Programa Competitividad y Medio Ambiente
ASADA: Asociación de Acueducto y Alcantarillado Rural	DCC: Dirección de Cambio Climático
ASP: Áreas Silvestres Protegidas	DIGECA: Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental
CATIE: Centro Agronómico Tropical para la Investigación y la Enseñanza	DSE: Dirección Sectorial de Energía
CBM: Corredor Biológico Centroamericano	ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático
CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo	ENOS: El Niño Oscilación del Sur
CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social	ESPH: Empresa de Servicios Públicos de Heredia.
CENAT: Centro Nacional de Alta Tecnología	FCPF: Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques
CINPE: Centro Internacional de Políticas Económicas para el Desarrollo Sostenible	FONACC: Fondo Nacional de Cambio Climático
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	FONAFIFO: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
CNE: Comisión Nacional de Emergencias	GAM: Gran Área Metropolitana
CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz	GCOS: Global Climate Observing System
CNP: Consejo Nacional de Producción	GEI: Gases de Efecto Invernadero
CONARE: Consejo Nacional de Rectores	GEOSS: Global Earth Observing System of Systems
CONESUP: Consejo Nacional de Educación Superior	GTOS: Global Terrestrial Observing System
CORFOGA: Corporación de Fomento Ganadero	IAC: Índice de Amenaza Climática
CRRH: Comité Regional de Recursos Hidráulicos	IC: Implementación Conjunta
	ICAFE: Instituto Costarricense de Café

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad	ONG: Organización no gubernamental
IFAM: Instituto de Fomento y Asesoría Municipal.	OPS: Organización Panamericana de la Salud
IMN: Instituto Meteorológico Nacional	PACADIRH: Plan De Acción Centroamericano para el Desarrollo Integrado de los Recursos Hídricos
INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos	PAP: Proyecto de Áreas Protegidas
INCIENSA: Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud	PAPG: Programa Agua para Guanacaste
INCOPECA: Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura	PGAI: Plan de Gestión Ambiental Institucional
INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	PIB: Producto Interno Bruto
INTECO: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica	PMR: Partnership for Market Readiness
IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático	PNCC: Plan nacional de Cambio Climático
ISO: International Organization for Standardization	PND: Plan Nacional de Desarrollo
IVA: Índice de Vulnerabilidad Actual	PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
JASEC: Junta Administradora de	PROCOMER: Promotora de Comercio Exterior
LAICA: Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar	PRESOL: Plan de Residuos Sólidos
LANAMME: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	PRODUS: Programa de Desarrollo Urbano Sostenible
MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio	PSA: Pago por Servicios Ambientales
MEP: Ministerio de Educación Pública	RECOPE: Refinadora Costarricense de Petróleo
MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional	REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía	SENARA: Servicio Nacional de Riego y Avenamiento
MINAET: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones.	SICA: Sistema de Integración Centroamericana
MINSA: Ministerio de Salud	SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación
MIVAH: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.	TCN: Tercera Comunicación Nacional
MRV: Métrica, Reporte y Verificación	TREM: Tren Eléctrico Metropolitano
NAMA: Nationally Appropriate Mitigation Actions	UCC: Unidades Costarricenses de Compensación
OCIC: Oficina Costarricense de Implementación Conjunta	UNIRE: Unión de Rectores de Universidades Privadas
OMM: Organización Meteorológica Mundial de la Salud.	USEPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
	ZCI: Zona de convergencia intertropical

# BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Alemana de Cooperación Técnica. (2009). *Estrategia industrial ante el cambio climático*. CYMA-GTZ. San José, Costa Rica. 32 p.
- Alpizar, E. (2014). *Integración de actividades y estudio de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en Costa Rica*. Informe Final de consultoría. IMN-MINAE-GEF-PNUD. 58 p.
- Alvarado, L.; Contreras, W.; Jiménez, S. (2011). Escenarios de Cambio Climático regionalizados para Costa Rica. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Ministerio de Ambiente y Energía (MINAET). San José, Costa Rica. 43p.
- Basco, A.I. (2010). *El impacto del RD-CAFTA en el Sector Agropecuario de Costa Rica*. Tesis de Maestría en Integración Económica Global y Regional. Universidad Internacional de Andalucía. 83 p.
- Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. y Palutikof, J.P. (Eds.). (2008). *El Cambio Climático y el Agua*. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaria del IPCC. Ginebra, Suiza. 224 págs.
- Boergoeing, J.P. (1998). *Geomorfología de Costa Rica*. Instituto Geográfico Nacional. San José, Costa Rica.
- Brooks, N., Adger, W.N., Barnett, J., Woodward, A. & Lim, B. (2004). *Assessing and Enhancing Adaptive Capacity*. Technical paper. New York, NY, USA: Adaptation Policy Framework, for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures. United Nations Development Programme.
- Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe. (2008). *Síntesis Regional: Fomento de las Capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centro América, México y Cuba*. Ciudad de Panamá.
- Centro Centroamericano de Población. (2013). *Censo de población de Costa Rica 1950*. Universidad de Costa Rica. Biblioteca Virtual de Población (BVP). Recuperado de [www.ccp.ucr.ac.cr/bvp/censo/1950/index.htm](http://www.ccp.ucr.ac.cr/bvp/censo/1950/index.htm).
- Centro Internacional de Políticas Económicas para el Desarrollo Sostenible. (2013). *Rumbo a la carbono neutralidad del transporte público de Costa Rica*. DCC-MINAE-PNUD. San José, Costa Rica. 162 p.
- Comisión Económica para América Latina. (2011). *Costa Rica: Evolución económica durante 2010 y perspectivas para 2011*. México, D.F.: CEPAL.
- CEPAL, UKAID, CCAD, SICA. (2010). *La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis 2010*. México: Naciones Unidas.
- Contraloría General de la República. (2013). *Informe DFOE-AE-IF-01-2013 Acerca de la Eficacia del Estado para garantizar la calidad de agua en sus diferentes usos*. San José, Costa Rica.

- Costa Rica. (2011). *Reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica*. Decreto No. 36499-S-MINAET. La Gaceta No. 88. San José; Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2009). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. San José, Costa Rica: Editorial Calderon Alvarado S.A.
- Downing, T.E., Patwardhan, A., Klein, R.J.T., Mukhala, E., Stephen, L., Winograd, M. & Ziervogel, G. (2004). *Vulnerability assessment for climate adaptation*. Technical paper. New York, USA.
- Dirección Sectorial de Energía-MINAE. (2011). *VI Plan Nacional de Energía 2012-2030*. San José, Costa Rica.
- Dirección Sectorial de Energía-MINAE. (2012). *Balance Energético Nacional 2010*. San José, Costa Rica.
- Echeverría, J., Ballesteros, M., Rivera, J.P., Zarate, E. y Aguilar, E. (2008). *Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos*. MINAET. Costa Rica.
- Environmental Development Action. (s.f.). *Capacity strengthening in climate change vulnerability and adaptation strategy assessments*. CIAT-SEI. Stockholm Environmental Institute.
- Engelman, R. (2009). *State of world population 2009: Facing a changing world: women, population and climate*. UNFPA.
- Estado de la Nación. (2011). *Decimoséptimo Informe Estado de la Nación 2010. Residuos Sólidos*. San José, Costa Rica.
- Flores, R., Salas, J., Astorga, M. y Rivera, J. (2010). *El impacto económico de los eventos naturales y antrópicos extremos en Costa Rica. 1988-2005*. Unidad de Inversiones. MIDEPLAN. San José, Costa Rica.
- Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M. y Rivera, J. (2014). *Datos, información, conocimiento y acceso: Insumos de base para la gestión de riesgos de desastres*. Inédito.
- Franco, M. (2008). *Género y Agua en Centro América*. Alianza Género y Agua (GWA), Red Sudamericana del Agua (SAWN) y Red Centroamericana de Acción del Agua.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2009). *Plan de Expansión de la Generación Eléctrica 2010-2021*. Centro Nacional de Planificación Eléctrica. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2005). *Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba. Estimación del riesgo futuro del sistema hídrico de la zona noroeste de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica ante el cambio climático*. MINAET-IMN-PNUD-GEF-CATHALAC. Plantillas de análisis para la proyección de indicadores socioeconómicos.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2006). *Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica al cambio climático*. Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. IMN-MINAET.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2008). *Clima, Variabilidad y Cambio Climático*. IMN-MINAE. San José, Costa Rica. 10 p.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2013). *Informe Integración de actividades y estudios de seguridad energética ante el cambio climático*. IMN-MINAE-GEF-PNUD. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2014). *Seguridad Alimentaria y Cambio Climático en Costa Rica*. IMN-MINAE-GEF-PNUD. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2014). *Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero y absorción de carbono en Costa Rica, en el año 2010*. IMN-MINAE-GEF-PNUD. San José, Costa Rica. 77 p.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2008). *Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas*. México, D.F.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2000). *IX Censo Nacional de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Censos*. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2002). *Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples*. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2009). *Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo y Edad 1950-2050*. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). *Encuesta Nacional de Hogares 2012*. San José, Costa Rica.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2000). *Emissions Scenarios. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, UK. 570 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad*. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2008). *Climate Change and Water*. IPCC Technical Paper VI. Recuperado de: [www.osd.org](http://www.osd.org).
- Janssen, J. (2012). *Evaluación del potencial de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y producción de energía a partir de rellenos sanitarios y vertederos en ciudades de Costa Rica*. CEPAL-GTZ. México. 255 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2011). *Política de Estado para el sector agroalimentario y el desarrollo rural costarricense*. SEPSA-Sector Agro Alimentario. San José, Costa Rica. 86 p.
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2005). *Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídrico*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2009). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*- 1 ed. San José, CR: Editorial Calderón y Alvarado S. A.
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, INCAE Business School. (2011). *Costa Rica Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático*. Informe Final sobre Tecnologías en Mitigación. MINAET-DCC-INCAE-PNUMA.
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, INCAE Business School. (2012). *Costa Rica Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático*. Informe Final sobre Tecnologías en Adaptación. MINAET-DCC-INCAE-PNUMA.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2011). *Plan Nacional de Transportes de Costa Rica 2011-2035*. MOPT-INECO. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud. (2011). *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional*. PRE-SANCA-PMA-OPS. 1 ed. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2013). *Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2012-2040*. MIVAH. San José, Costa Rica. 44 p.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Alianza Género y Agua. (2006). *La guía de recursos: Transversalización del enfoque de género en la gestión del agua*. PNUD – GWA.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- Universidad de Costa Rica. (2007). *Atlas del Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica*. San José, Costa Rica: EDISA.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2003). *Género y Desastres. Mujeres, reducción de desastres y desarrollo sostenible*. Secretaría Interagencial de la EIRD.
- United Nations Development Programme. (2007). *Human Development Report 2007-2008*. Fighting climate change: Human solidarity in a divided World.
- PNUD, CATHALAC, INE, CCA-UNAM. (2007). *Vulnerabilidad Futura de la Región de Centroamérica, México y Cuba*. Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba.

- PNUD, CATHALAC, INE, CCA-UNAM. (2007). *Vulnerabilidad Futura de la Región de Centroamérica, México y Cuba*. Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Capítulo 3. Síntesis Regional.
- Programa Competitividad y Medio Ambiente. (2008). *Plan de Residuos Sólidos Costa Rica (PRESOL)*. Plan de Acción. CYMA. San José, Costa Rica. 80 p.
- Programa Competitividad y Medio Ambiente. (2010). *Ley No 8839 para la Gestión Integral de Residuos*. CYMA. San José, Costa Rica.
- Programa de Investigación en Desarrollo Humano Sostenible. (2010). *Diagnóstico Socioeconómico para Costa Rica*. Informe de Consultoría para IMN-PNUD. San José, Costa Rica.
- ProDUS-UCR. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad y adaptación de infraestructura ante el cambio climático*. Informe de Consultoría para IMN-PNUD. San José, Costa Rica.
- Programa Estado de la Nación. (2010). *Decimosexto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. Capítulo 1: Sinopsis. San José, Costa Rica.
- Pujol. R. (2010). *Diagnóstico Socioeconómico para Costa Rica*. MINAET, PNUD, IMN. San José, Costa Rica.
- Retana, J. (2014). *Qué significa adaptarse al cambio climático*. Nota técnica. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.
- Retana, J.; Alvarado, L.; Araya, C.; Sanabria, N.; Solano, J.; Solera, M.; Alfaro, M. (2012). Caracterización del corredor seco en Costa Rica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 11 (1). 18-29.
- Retana, J.; Araya, C.; Sanabria, N.; Alvarado, L.; Solano, J.; Barrientos, O.; Solera, M.; Alfaro, M.; Araya, D. (2011). *Análisis del riesgo actual del sector hídrico de Costa Rica ante el cambio climático para contribuir a mejorar el desarrollo humano*. MINAET-IMN-PNUD. San José, Costa Rica.
- Retana, J., Araya, C., Sanabria, N., Alfaro, M., Solera, M., Alvarado, L. (2011). *Análisis del Riesgo del Sector Hídrico de Costa Rica ante el Cambio Climático para contribuir al Desarrollo Humano*. Gestión del Riesgo Climático. Agua y Desarrollo Humano. IMN. San José, Costa Rica.
- Rojas. M. y Echeverría, J. (2003). *Estimación de la Demanda Sectorial del Agua en Centroamérica Bajo Tres Escenarios Futuros: 2010-2030-2050*. San José, Costa Rica.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2011). *Boletín Estadístico Agropecuario*. No. 21. Período 2007-2010. San José, Costa Rica.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2009). *Grúas II. Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Análisis de vacíos de conservación en Costa Rica*. Vol. III / SINAC. 1 ed. San José, C.R: Asociación Conservación de la Naturaleza.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2011). *Sistema de Información Geográfica*.
- Stanton, E., Cegan, J., Bueno, R. & Ackerman. F. (2011). *California Water Supply and Demand*. Technical Report. Stockholm Environment Institute-US Center.
- Summa. (2013). Bridgestone de Costa Rica reducirá 50% de emisiones de Carbono. *Revista Summa*. San José, Costa Rica.
- United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre. (2006). *World Database on Protected Areas (WDPA)*. Cambridge, U.K: UNEP-WCMC. Recuperado de <http://www.unep-wcmc.org/wdpa/>
- Vignola, R., Otárola, M. y Trevejo, L. (2014). *Integración de actividades y estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático*. Informe Final de consultoría. IMN-MINAE-GEF-PNUD. 98 p.



Ministerio de Ambiente y Energía  
Instituto Meteorológico Nacional

[www.imn.ac.cr](http://www.imn.ac.cr) | [imn@imn.ac.cr](mailto:imn@imn.ac.cr)  
<http://cglobal.imn.ac.cr>

Tel. +506 2222-5616  
Apartado postal: 5563-1000  
San José, Costa Rica



Al servicio  
de las personas  
y las naciones