



República Dominicana  
SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

# PRIMERA COMUNICACIÓN NACIONAL

CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS  
SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO







República Dominicana  
SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES  
Subsecretaría de Gestión Ambiental

# PRIMERA COMUNICACIÓN NACIONAL



CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS  
SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO



**DIRECCIÓN GENERAL:**

Frank Moya Pons  
Secretario de Estado de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

**APOYO LOGÍSTICO:**

Dr. René Ledesma  
Sub Secretario de Gestión Ambiental

**COORDINACIÓN:**

Ing. Juan Mancebo  
Coordinador de Cambio Climático ante la Convención  
Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

**ASISTENTE DE PRODUCCIÓN:**

Edwards Matos

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

Julissa Ivor Medina

**IMPRESIÓN**

Editora Búho

Santo Domingo, República Dominicana  
Marzo 2004

## AGRADECIMIENTO

Esta Primera Comunicación Nacional de la República Dominicana, bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, no hubiera sido posible sin la activa colaboración prestada por un grupo de consultores de instituciones extranjeras y colegas dominicanos, a quienes deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento.

### Consultores Internacionales

Lic. Miriam Limia

Lic. Liliana Betancourt Fernández

Dr. Carlos López Cabrera

Ing. Roger Rivero

Dr. Eduardo Plano

Lic. Paolo Ortiz

Dr. Alejandro Herrera

Dr. Abel Hernández

Ing. Jhonny Hernández

### Consultores Nacionales

Ing. Brenda Guerrero	OTTT
Lic. María Luisa Soñé	Superintendencia de Energía
Ing. Miriam Brito	CODIA
Lic. Luis Ruiz	Superintendencia de Electricidad
Dra. Yvón Arias	Grupo JARAGUA
Lic. Elba Villegas	ONAMET
Ing. Oswald Félix	Superintendencia de Energía
Ing. Alberto Sánchez	PRONATURA
MSc. Héctor Rodríguez	INDRHI
Ing. Máximo Gómez	CDEEE
Ing. Claudio Damirón	CDEEE
Dr. José Contreras	INTEC
Ing. Andrés Rodríguez	SGA



## **AGRADECIMIENTO ESPECIAL**

A los siguientes colegas por su gran contribución a este informe.

Ing. Antonio Gallo Balma	SGA
Ing. Viera Lasunova	REFIDOM
Lic. Sonia Sanz	Banco Central
Lic. Leticia Mendoza	INTEC
Ing. Guillermo Voigt	CDEEE
Ing. Rolando Bodden	INDOTEC
Ing. José Scout	INTEC
Ing. Ramón Camacho	ONAMET
Ing. Rafael Salcedo	Subsecretaría de Recursos Forestales
Lic. Geraldino Caminero	Jardín Botánico Nacional
Ing. Víctor Castillo Tió	Ayuntamiento Distrito Nacional
Lic. Ian Abud	Banco Central
Lic. Fernando Issas	Adm. Proyecto Cambio Climático.





# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	19
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	23
<b>CAPÍTULO 1.</b> ....	<b>25</b>
<b>1.1 RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>27</b>
1.1.1 Aspectos Biogeográficos - Marco Geográfico .....	27
1.1.2 El Territorio Insular y Condiciones Suelos .....	27
1.1.3 Los Mares, las Costas y las Áreas Insulares .....	28
1.1.4 Temperatura .....	28
1.1.5 Clima .....	28
1.1.6 Lluvia .....	28
1.1.7 Aspectos Demográficos .....	29
1.1.8 Aspecto General de la Economía .....	29
<b>1.2 LA REPÚBLICA DOMINICANA Y LA CONVENCION     MARCO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>30</b>
<b>1.3 INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GASES     DE EFECTO INVERNADERO, AÑOS 1990 Y 1994     (EMISIONES NACIONALES, AÑOS 1990 Y 1994)</b> .....	<b>30</b>
1.3.1 Emisiones Nacionales, Años 1990 y 1994 .....	30
1.3.2 Emisiones Brutas 1990 y 1994 .....	30
1.3.3 Emisiones Netas .....	30
1.3.4 Contribución Relativa al Calentamiento Global. Emisiones Agregadas en Equivalentes de CO <sub>2</sub> (CO <sub>2</sub> -e) .....	31
1.3.5 Emisiones Percápitas .....	31
<b>1.4 VULNERABILIDAD Y ADAPTACION AL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>32</b>
1.4.1 Sector Hídrico .....	32
1.4.1.a Balance hídrico para los escenarios de cambio climático .....	32
1.4.1.b Resultados del balance hídrico para cada escenario .....	32
1.4.2 Sector Marino Costero .....	33
1.4.2.a Incremento del nivel del mar .....	33
1.4.2.b Incremento de la temperatura .....	34
1.4.3 Sector Agrícola .....	34
1.4.3.a Bosques y formaciones forestales .....	35

1.4.3.b Cultivos agrícolas . . . . .	36
1.4.4 Sector Salud. . . . .	
1.4.4. a Impacto de la variabilidad en el comportamiento de las enfermedades . . .	36
1.4.4. b Efectos de la variabilidad del clima sobre las enfermedades . . . . .	37
1.4.4. c Evaluación de los impactos físicos . . . . .	37
<b>EXECUTIVE SUMMARY . . . . .</b>	<b>39</b>
<b>1.1 GEOGRAPHY . . . . .</b>	<b>39</b>
1.1.2 Island Territory and Soil Conditions . . . . .	39
1.1.3 Seas, Coasts and Island Areas . . . . .	40
1.1.4 Temperature . . . . .	40
1.1.5 Climate . . . . .	40
1.1.6 Rainfall . . . . .	40
1.1.7 Demography . . . . .	41
1.1.8 General Aspects of the Economy . . . . .	41
<b>1.2 THE DOMINICAN REPUBLIC AND THE FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE . . . . .</b>	<b>41</b>
<b>1.3 NATIONAL INVENTORY OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND SINKS: 1990-1994 . . . . .</b>	<b>42</b>
1.3.1 National Emissions, years 1990 and 1994 . . . . .	42
1.3.2 Gross emissions, 1990 and 1994 . . . . .	42
1.3.3 Net Emissions . . . . .	42
1.3.4 Relative Contribution to Global Warming. Aggregate Emissions of CO2 Equivalents (CO2-e) . . . . .	42
1.3.5 Emissions Per Capita . . . . .	43
<b>1.4 VULNERABILITY AND ADAPTATION TO CLIMATE . . . . .</b>	<b>43</b>
1.4.1 Water Sector . . . . .	44
1.4.1.a Water Balance Climate Change Scenarios . . . . .	44
1.4.1.b Water balance results for each scenario . . . . .	44
1.4.2 Coastal Marine Sector . . . . .	45
1.4.2.a Sea-Level Rise . . . . .	45
1.4.2.b Increase in temperature . . . . .	45
1.4.3 Agricultural Sector . . . . .	46
1.4.3.a Forests and Forest Formations . . . . .	46
1.4.3.b Agricultural Crops . . . . .	47
1.4.4. Health Sector . . . . .	48
1.4.4.a Impact of Variability on the Behavior of Diseases . . . . .	48
1.4.4.b Effects of Climate Variability on Diseases . . . . .	48
1.4.4.c Evaluation of Physical Impacts . . . . .	48
<b>CAPÍTULO 2. CIRCUNSTANCIAS GENERALES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA . . 51</b>	
<b>2.1 CIRCUNSTANCIAS NACIONALES . . . . .</b>	<b>52</b>
2.1.1 Nombre Oficial . . . . .	52

2.1.2 Idioma Oficial	52
2.1.3 Área	52
2.1.4 Capital	52
2.1.5 PIB total en millones de pesos de 1991	52
2.1.6 PIB en millones de dólares de 1991	52
2.1.7 PIB per cápita pesos constantes de 1991	52
2.1.8 PIB per cápita en dólares corrientes 1991	52
2.1.9 Participación porcentual del sector industrial en el PIB total 1991	52
2.1.10 Participación del sector terciario de la economía en el PIB total 1991	52
2.1.11 Superficie destinada a la agricultura	52
2.1.12 Población total	52
2.1.13 Población urbana como porcentaje de la población total	52
2.1.14 Población rural como porcentaje de la población total	52
2.1.15 Tasa de crecimiento de la población	52
2.1.16 Población económicamente activa	52
2.1.17 Índice de analfabetismo	52
2.1.18 Esperanza de vida	52
2.1.19 Países limítrofes	52
<b>2.2 ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS</b>	<b>53</b>
2.2.1 Marco Geográfico	53
2.2.2 Los Mares, las Costas y las Áreas Insulares	53
2.2.3 El Territorio Insular	53
2.2.4 Suelos	54
2.2.5 Clima	54
2.2.6 Temperatura	55
2.2.7 Lluvia	56
2.2.8 Duración del día, insolación y nubosidad	57
2.2.9 Vientos	57
2.2.10 Tormentas Tropicales	57
2.2.11 Hidrología y Recursos Hídricos	57
2.2.12 Hidrografía	58
<b>2.3 LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, LAS COBERTURAS VEGETALES Y LOS ECOSISTEMAS</b>	<b>59</b>
2.3.1 Ecosistemas Boscosos y sus Unidades de Coberturas Vegetales	59
2.3.2 Ecosistemas no Boscosos	61
2.3.3 Ecosistemas Acuáticos Continentales	61
2.3.4 Agro ecosistemas	61
2.3.5 Ecosistemas Marinos y Costeros	62
<b>2.4.- POBLACIÓN</b>	<b>62</b>
2.4.1 Aspectos Demográficos	62
2.4.2 Diversidad Étnica y Cultural	63
2.4.3 Indicadores de Desarrollo Humano	63
2.4.4 Esperanza de Vida	64
2.4.5 Acceso a la Educación	65
2.4.6 Cobertura de los Servicios Públicos	65
2.4.7 Necesidades Básicas Insatisfechas y Pobreza	66

<b>2.5 MARCO LEGAL, INSTITUCIONAL Y POLÍTICO</b> .....	66
2.5.1 Ley de Medio Ambiente y Recursos Naturales .....	66
2.5.2 La Constitución del 1966 y el Medio Ambiente de República Dominicana .....	67
2.5.3 Institucionalidad Ambiental .....	67
2.5.3.1 Instrumentos Internacionales Adoptados por la República Dominicana que se Relacionan con el Cambio Climático .....	68
2.5.3.2 Instrumentos Internacionales de Carácter Global .....	68
2.5.3.3 Otras Políticas Ambientales Relacionadas con el Cambio Climático .....	68
• Política de Reforestación .....	69
• Política de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos .....	69
<b>2.6 ASPECTO GENERAL DE LA ECONOMÍA</b> .....	70
2.6.1 Producto Interno Bruto .....	70
2.6.2 Estructura del PIB por Ramas de Actividad Económica .....	71
<b>2.7 SECTOR ENERGÍA</b> .....	72
2.7.1 Sector Energía en la República Dominicana 1990-1994 .....	72
2.7.2 Consumo Percápita de Energía e Intensidad Energética .....	73
2.7.3 Capacidad energética instalada por grupo de generación e inversiones en expansión (mw) .....	73
<b>2.8 SECTOR TRANSPORTE</b> .....	75
2.8.1 Transporte de Pasajero .....	75
2.8.2 Parque Automotor .....	75
2.8.3 Vehículos de carga .....	76
<b>2.9 SECTOR AGRÍCOLA</b> .....	77
2.9.1 Las políticas de protección del sector agropecuario .....	77
2.9.2 El sector agropecuario de los noventa .....	77
<b>2.10 COMERCIO</b> .....	77
2.10.1 Exportaciones .....	77
2.10.2 Importaciones .....	80
2.10.3 Balanza Agropecuaria Nacional .....	81
 <b>CAPÍTULO 3. INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE INVERNADERO. REPORTE PARA LOS AÑOS 1990 Y 1994</b> .....	 83
<b>3.1 INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE INVERNADERO. REPORTE PARA LOS AÑOS 1990 Y 1994</b> .....	 85
3.1.1 Datos Utilizados en el Inventario .....	85
3.1.2 Resultados Obtenidos para los Años 1990 y 1994, de las emisiones brutas .....	85
3.1.3 Emisiones Netas .....	86
<b>3.2 CONTRIBUCIÓN RELATIVA AL CALENTAMIENTO GLOBAL. EMISIONES AGREGADAS EN EQUIVALENTES DE CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-E)</b> .....	 86
<b>3.3 EMISIONES PROCEDENTES DE LAS FUENTES DE ENERGÍA</b> .....	87
3.3.1 Quema de Combustibles .....	87

<b>3.4 EMISIONES FUGITIVAS</b> .....	88
<b>3.5 EMISIONES PROCESOS INDUSTRIALES</b> .....	88
3.5.1 Producción de Cemento .....	88
3.5.2 Pavimentación de Calles y Carreteras con Asfalto .....	88
3.5.3 En Producción de Otros Productos Minerales .....	88
3.5.4 Producción de Metales (Hierro y Acero) .....	89
3.5.5 En la Producción de Bebidas Alcohólicas y de Alimentos .....	89
<b>3.6 EMISIONES PROCEDENTES DE SOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS</b> .....	89
3.6.1 Aplicación de Pinturas .....	89
3.6.2 Desengrase de Metales y Otros Materiales .....	89
3.6.3 Usos Domésticos de Solventes .....	89
<b>3.7 EMISIONES PROCEDENTES DEL MÓDULO AGRICULTURA</b> .....	89
3.7.1 Ganado Doméstico .....	90
3.7.2 Emisiones de Metano Procedentes de la Fermentación Entérica .....	90
3.7.3 Emisiones de Metano (CH <sub>4</sub> ) y Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) Procedentes de los Sistemas de Manejo del Estiércol (Emisiones de Metano (CH <sub>4</sub> ) .....	90
3.7.4 Emisiones de Metano Procedentes de los Arrozales Anegados .....	90
3.7.5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Producidas por la Quema Prescrita de Sabanas y Pastizales .....	90
3.7.6 En la Quema de Campos de Caña de Azúcar .....	90
3.7.7 Quema de Paja de Arroz .....	90
<b>3.8 EMISIONES PROVENIENTES DE CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA Y LA SILVICULTURA</b> .....	91
3.8.1 Cambios de Biomasa en Bosques y en Otros Tipos de Vegetación Leñosa .....	91
3.8.2 Emisiones de CO <sub>2</sub> Procedentes de la Conversión de Bosques y Pastizales .....	92
3.8.3 Emisiones de Carbono Procedentes de las Quemas in Situ .....	93
3.8.4 Quema in situ de Bosques: Emisiones de Gases Distintos del CO <sub>2</sub> .....	93
3.8.5 Emisiones y Absorciones de CO <sub>2</sub> en el Módulo “Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura” .....	93
<b>3.9 EMISIONES POR LA DISPOSICIÓN EN LA TIERRA DE DESECHOS SÓLIDOS</b> .....	94
3.9.1 Emisiones de Metano Procedentes del Tratamiento de las Aguas Residuales .....	94
3.9.1.1 Aguas Residuales Domésticas y Comerciales .....	94
3.9.1.2 Efluentes y Lodos Industriales .....	94
3.9.1.3 Emisiones Procedentes de la Incineración de Desperdicios .....	95
<b>CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	99
<b>4.1 VULNERABILIDAD &amp; ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	101
4.1.1 Escenarios Climáticos .....	101
• Introducción .....	101
4.1.2 Método empleado en la construcción de los Escenarios	

Climáticos de la República Dominicana .....	102
4.1.3 Resultados .....	102
4.1.3.1 Proyecciones del Cambio futuro del Clima en República Dominicana ..	102
4.1.3.2 Proyecciones del Aumento de Temperatura e Incrementos del nivel del mar .....	103
<b>4.2 VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>104</b>
4.2.1 Resultado .....	105
4.2.1.1 Balance hídrico General .....	106
4.2.1.2 Resultados del balance hídrico para cada escenario .....	108
4.2.3 Medidas de adaptación .....	109
4.2.3.1 Consideraciones generales .....	109
4.2.3.2 Medidas de tipo estructural, planeamiento e investigaciones .....	109
4.2.3.3 Medidas de adaptación en el suministro de agua .....	110
4.2.3.4 Medidas de adaptación en la demanda de agua .....	110
4.2.3.5 Medidas de adaptación en la República Dominicana .....	110
<b>4.3 VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN DE LA ZONA COSTERA .....</b>	<b>111</b>
4.3.1 Definición del área de estudio .....	111
4.3.2 Especificación de escenarios .....	111
4.3.3 Resultados .....	111
4.3.4 Ascenso del Nivel del Mar .....	112
4.3.5 Incremento de la temperatura .....	113
4.3.6 Evaluación de impactos sobre la biodiversidad .....	114
4.3.7. Evaluación de impactos socioeconómicos .....	115
4.3.7.1 Asentamientos humanos .....	115
4.3.7.2 Turismo .....	115
4.3.7.3 Pesca .....	116
4.3.8 Medidas de adaptación .....	116
<b>4.4 EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS SOBRE LA AGRICULTURA Y LOS BOSQUES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA ..</b>	<b>117</b>
4.4.1 Vulnerabilidad de los Bosques y Formaciones Forestales .....	118
4.4.2 Vulnerabilidad de los Cultivos Agrícolas .....	118
4.4.2.1 El cultivo de la papa .....	118
4.4.2.2 Cultivo del arroz .....	119
4.4.2.3 Cultivo del maíz .....	119
4.4.3 Medidas de Adaptación .....	120
4.4.3.1 Las medidas de Adaptación .....	120
4.4.3.2 Bosques y Plantaciones Forestales .....	120
4.4.3.3 Cultivos Agrícolas .....	120
<b>4.5 VULNERABILIDAD DE LA SALUD .....</b>	<b>121</b>
4.5.1 Situación de la malaria en la República Dominicana .....	121
4.5.2 Agente productor de la Malaria en República Dominicana .....	122
4.5.3 Tendencia y distribución de la Malaria en la República Dominicana .....	122
4.5.4 Variables epidemiológicas .....	124
4.5.5 Método utilizado en la evaluación de los impactos .....	124
4.5.5.1 Evaluación de los impactos físicos .....	124
4.5.6 Medidas de Adaptación .....	125

4.5.6.1 Medidas de carácter global dirigidas a la estructura del Sistema Nacional de Salud .....	126
4.5.6.2 Medidas de adaptación dirigidas a la malaria .....	126

## **CAPÍTULO 5. MITIGACIÓN .....**

### **5.1 MITIGACIÓN DE LOS GEI .....**

5.1.1 Acciones realizadas para mitigar la emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) .....	131
--	-----

### **5.2 ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO .....**

### **5.3 ENERGÍA HIDROELÉCTRICA .....**

### **5.4 PROYECTO GENERACIÓN ELÉCTRICA AES .....**

### **5.5 PROYECTO GENERACIÓN PARQUE EÓLICO GUZMANCITOS I .....**

### **5.6 FUTUROS PROYECTOS ENERGÉTICOS EN LA RD .....**

5.6.1 Propuesta de Estudio para Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Energético. ....	133
5.6.1.1 Entre los objetivos específicos de este proyecto, se encuentran .....	134
5.6.2 Proyectos de Generación energía a bases de Hidroeléctricas .....	134
5.6.2.1 Proyectos Hidroeléctricos Futuros .....	135

### **5.7 PROYECTO EDUCATIVO “EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DEL PÚBLICO” .....**

5.7.1 Objetivos .....	136
5.7.2 Propósitos Generales .....	136
5.7.3 Esta guía consta de tres unidades a saber .....	136

### **5.8 MITIGACIÓN DE LOS DESASTRES .....**

5.8.1 Opciones de Mitigación de los desastres Naturales. ....	138
---	-----

### **5.9 MITIGACIÓN EN EL ÁREA FORESTAL .....**

5.9.1 “Sumideros mitigación de diferentes áreas forestales del país” .....	139
5.9.2 Rehabilitación y Desarrollo Comunitario de la Cuenca del Río Artibonito y otras áreas de la Región Fronteriza .....	139
5.9.3 Otros proyectos que se ejecutarán en el futuro .....	140
5.9.4 Otro proyecto en ejecución es: Proyecto de Manejo de la Cuenca Alta del Río Yaque del Norte (PROCARYN) .....	140

### **SIGLAS UTILIZADAS .....**

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS .....**

### **ÍNDICE DE CUADROS, MAPAS Y GRÁFICOS .....**

### **DATOS BIBLIOGRÁFICOS .....**





# PRÓLOGO



## PRÓLOGO

Esta es la Primera Comunicación Nacional de la República Dominicana dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Conforme al Artículo 12 de este instrumento legal, las Partes se comprometen a elaborar, actualizar periódicamente y publicar los inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por fuentes y de la absorción por los sumideros no controlados por el Protocolo de Montreal.

El 21 de marzo de 1994 entró en vigencia la Convención Marco de Cambio Climático, que ha sido firmada por 154 jefes de Estado y de gobierno y por otros representantes de alto rango, teniendo como objetivo fundamental la estabilización de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a niveles que puedan prevenir la interferencia de la actividad humana con el sistema climático global. Estos niveles de estabilización, que sólo se lograrán en un período de tiempo dado, están llamados a permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, a asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y a posibilitar un desarrollo económico en forma sostenible.

La Comunicación Nacional es el instrumento más valioso para evaluar las emisiones por país, las cuales, al ser consideradas en su conjunto, permiten tener una visión de las emisiones globales, de la vulnerabilidad de cada país y de las medidas de adaptación al cambio climático. Hoy, ocho años después de la firma de la Convención, gran parte de las decisiones que se toman a nivel internacional se sustentan en

los informes de las comunicaciones nacionales y en los reportes presentados por el Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

Esta Primera Comunicación Nacional de la República Dominicana ha sido el resultado de un esfuerzo mancomunado, bajo la dirección de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que ha contado con la colaboración de la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA), la Oficina Nacional de Meteorología (ONMET), la Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN), la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), la Superintendencia de Electricidad y el Ayuntamiento del Distrito Nacional. Asimismo, del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), del Fondo Pro Naturaleza (PRONATURA) y de otras instituciones privadas que facilitaron sus informaciones estadísticas.

De acuerdo con los resultados, las emisiones de la República Dominicana para el año 1990 fueron de 8,716.66 Gg, lo que representa el 0.06% de las emisiones globales. Para el año 1994, nuestras emisiones ascendieron a 15,003.05 Gg, representando el 0.10% de las emisiones globales. En ambos casos, la incidencia de nuestro país en el cambio climático global ha sido mínima.

No obstante, a pesar de ello, la República Dominicana es una isla muy vulnerable a los efectos del cambio climático. De producirse un incremento en el nivel del mar, desaparecerían las zonas costeras más bajas, erosionándose las playas. Esto causaría un daño importante a

las zonas turísticas y se disminuirían los recursos hídricos, aumentando la vulnerabilidad de la isla a enfermedades y provocando pérdidas de la flora y la fauna.

Nos complace presentar ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio

Climático, esta Primera Comunicación Nacional, resultado de un trabajo organizado por el Gobierno Dominicano, bajo la responsabilidad de esta Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Dr. Frank Moya Pons**  
Secretario de Estado de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

La década de 1990 ha sido un período de reflexión a nivel internacional sobre los problemas del medio ambiente, en virtud de que existe un fuerte consenso científico de que el clima global se verá alterado significativamente, en el próximo siglo, como resultado del aumento de las concentraciones de gases invernadero tales como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y clorofluorocarbonos (CFC) entre otros. Estos gases están atrapando una porción creciente de la radiación infrarroja terrestre y se espera que hagan aumentar la temperatura del planeta entre 1.5 y 4.5 °C. Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global también se alteren. Es difícil pronosticar en qué medida esta situación podría afectarnos, dado que el clima mundial es un sistema sumamente complejo, pero una cosa sí es cierta: el cambio climático es una amenaza para la humanidad, pero nadie puede determinar con seguridad sus futuros efectos o la magnitud de éstos.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992 forma parte de una serie de acuerdos, por medio de los cuales los países de todo el mundo se han unido para hacer frente a este problema.

De conformidad con lo estipulado en el párrafo 1 del Artículo 12 de la CMNUCC cada una de las Partes que no figure en el Anexo 1 presentará una Comunicación Nacional Inicial dentro del plazo de tres años, contados desde que entró en vigor la Convención, respecto de esa Parte o que disponga de los recursos financieros necesarios para ese fin.

La República Dominicana firmó en la Cumbre de Río 1992, la Convención Marco de Naciones so-

bre el Cambio Climático (CMNUCC). El 7 de octubre de 1998, el gobierno de la República Dominicana ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y asumió el compromiso de preparar sus comunicaciones nacionales, en concordancia con el Artículo 12, con el apoyo del FMAM. Este proyecto, da asistencia al Gobierno de la República Dominicana para que pueda cumplir con estos requisitos de información.

En julio de 1999, se firmó entre el Estado Dominicano y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) un acuerdo, el cual lleva por nombre “Habilitando la República Dominicana en las Preparaciones Iniciales en Repuesta a sus compromisos con la CMNUCC.

En la actualidad, la República Dominicana, a través de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Subsecretaría de Gestión Ambiental, ha elaborado la que hoy presentamos como “Primera Comunicación Nacional”.

La preparación de la Primera Comunicación Nacional ha representado para la República Dominicana un gran desafío y a la vez un momento de gran satisfacción por el motivo de que es realmente una muestra de que el país está cumpliendo con el compromiso que asumió en la Conferencia de Río de 1992.

Dentro de estos compromisos, el país ha elaborado el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero el cual es uno de los componentes fundamentales de la Comunicación Nacional, y con el cual hemos contabili-

zando nuestras emisiones y trabajaremos para hacer reducciones en el futuro. La preparación, actualización periódica, publicación y transmisión a la Conferencia de las Partes, de inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de las absorciones por los su-

mideros de todos los Gases de Efecto Invernadero (GEI), no controlados por el Protocolo de Montreal, es uno de los compromisos contraídos por todas las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).



**CAPÍTULO**

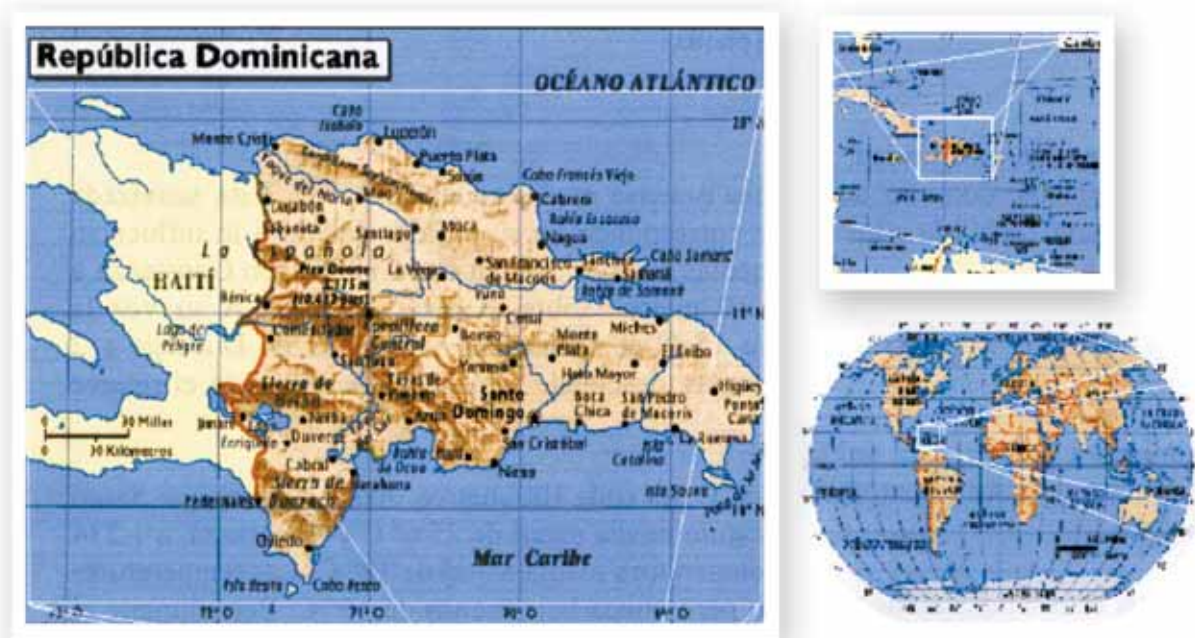
**1**

**RESUMEN  
EJECUTIVO**

DEPORTE PARA LOS AÑOS

10 AÑOS DE EDAD





## RESUMEN EJECUTIVO

### 1.1 RESUMEN EJECUTIVO

#### 1.1.1 Aspectos Biogeográficos - Marco Geográfico

La República Dominicana está situada entre los paralelos 17° 36' y 19° 58' Latitud Norte y 68° 17' y los 72° 00' Longitud Oeste, esto coloca al país al borde de la zona tropical Norte. Tiene una extensión de 48,670.82 Km<sup>2</sup> de los cuales 1,575 Kms. corresponden a la costa, distribuidos 526 Kms. en la costa Norte, 374 Kms. en la costa Este y 675 Kms. en la costa Sur, el país está limitado en el Sur y el Este por el Mar Caribe y al Norte por el Océano Atlántico.

La isla Hispaniola, que comparten República Dominicana y Haití, pertenece junto con Puerto Rico, que está situada al Este; Cuba al Noroeste; y Jamaica hacia el Suroeste, al conjun-

to de las Antillas Mayores del Archipiélago Caribeño.

#### 1.1.2 El Territorio Insular y Condiciones de Suelos

La República Dominicana presenta un relieve muy variado, que se ilustra por el hecho de que una sección vertical en la dirección Norte- Sur puede interceptar siete grandes regiones geomórficas, que enumeradas de Norte a Sur, incluyen una llanura costera; la Cordillera Septentrional; un valle correspondiente al Río Yaque del Norte, el más grande del país; la Cordillera Central, macizo montañoso con altura máxima de 3,150 mts. sobre el nivel del mar; inmediatamente al Sur se encuentra el Valle del Río San Juan; la Sierra de Neiba; la Sierra de Bahoruco y una planicie costera en el Litoral Sur. Esta particularidad influye en las condiciones climáticas de la isla.

Los suelos fueron clasificados en 7 grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de horizontes, como se presenta a continuación: Mollisoles, Vertisoles, Histosoles, Aridisoles, Ultisoles, Entisoles, Inceptisoles.

### **1.1.3 Los Mares, las Costas y las Áreas Insulares**

El borde costero es de 1,575 Kms., de los cuales 824 Kms. corresponden a la costa atlántica y 752 Kms. a la costa caribeña; del total, 1,478 Kms. pertenecen a la isla y 97 Kms. de costa corresponden a los cayos e islotes. De los 48,670.82 Km<sup>2</sup> de área total del país, el 56.5% corresponde a las provincias costeras y sus numerosos cayos e islotes, o sea, 27,437 Kms.

El área ocupada por los principales ecosistemas costeros marinos en la República Dominicana asciende a 66,160 hectáreas, de las cuales 8,940 Has son manglares; 18,600 Has praderas marinas; 13,300 son arrecifes coralinos, y 24,420 Has corresponden a playas.

### **1.1.4 Temperatura**

La República Dominicana queda dentro de una isoterma media anual de 25° C. Está suavizada 1.5 ° C respecto a la temperatura que le corresponde en su latitud, debido a la influencia marítima y las brisas. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 17.7° C en Constanza a 1,234 metros de altura y 27.7° C a 10 metros sobre el nivel del mar. A su vez, la temperatura media mensual oscila entre 15.4° en Constanza y 30.6° C en Duvergé a 2 metros sobre el nivel del mar. La temperatura desciende a medida que asciende el relieve montañoso.

La disminución es aproximadamente de 0.5° C por cada 100 metros. Así se explica que Santo Domingo al nivel de mar, tenga una temperatura media anual de 25.6° C y Constanza, a 1,234 metros sobre el nivel del mar, tenga una temperatura media anual de 18° C. Las temperaturas más bajas se registran durante el invierno, pero

nunca bajan menos de 15° C. Durante el verano, la temperatura alcanza algunas veces los 34° C durante el medio día.

### **1.1.5 Clima**

La variabilidad climática está dada por la latitud, insularidad, proximidad a grandes masas de agua y tierra, temperatura de los mares vecinos, dominio de los vientos de Este (vientos Alisios del Noreste), sistema de presión, relieve de la isla y los huracanes.

Las corrientes ecuatoriales del Norte y del Sur afectan al país debido a sus altas temperaturas y acuosidad, contribuyendo a intensificar esos caracteres en nuestro clima. Por otra parte, nuestra relativa cercanía a Norte América nos pone al alcance de las masas de aire frío que descienden en el invierno por las llanuras centrales de Estados Unidos y que, al llegar a nuestro país, determinan bajas temperaturas y lluvia, fenómeno conocido como "Norte".

Pero no menos importante es el variado relieve de la isla que determina importantes variaciones locales así como grandes variaciones diarias en los distintos elementos meteorológicos, y los huracanes tropicales que están asociados a fuertes vientos, que en ocasiones sobrepasan los 200 Km./h y lluvias torrenciales con intensidad superior a los 500 Mm./24 horas, registrándose principalmente de agosto a octubre y afectando mayormente el Suroeste del país.

### **1.1.6 Lluvia**

La media anual de lluvia para todo el país es de 1,500 mm, con variaciones que van desde 350 mm en la Hoya de Enriquillo hasta 2,743 mm anuales en la Cordillera Oriental. Es importante señalar que más de la mitad del país goza de más de 100 días de lluvia anual con variaciones que van desde 31 días en Pedernales a 265 días en San Cristóbal.

El relieve o topografía da lugar a lo que se llama lluvias orográficas, que se presentan en cuatro

lugares del país: 1) el litoral de las bahías de Samaná y Escocesa, desde Cabrera hasta Miches; 2) la vertiente Norte de la Cordillera Septentrional, desde Puerto Plata hasta Gaspar Hernández; 3) la parte Oriental de la Cordillera Central, desde Jarabacoa hasta San Cristóbal; y 4) la parte Oriental de la Sierra de Bahoruco, al Sur de Barahona.

Los vientos alisios, que vienen cargados de humedad, al encontrar en su trayectoria una montaña se ven obligados a ascender, con el ascenso, el aire húmedo se enfría y viene la condensación, es decir la lluvia orográfica que sólo se produce del lado de la montaña que da a barlovento, y en el lado opuesto o sotavento las precipitaciones son escasas.

### 1.1.7 Aspectos Demográficos

En la actualidad la República Dominicana tiene una población estimada en 8 millones de habitantes, incrementándose la concentración poblacional en las ciudades principales como Santo Domingo, Santiago, San Cristóbal, La Vega, Duarte, San Juan; Puerto Plata, Espaillat, El Seibo y Peravía.

Entre 1920 y 1993 la población del país se multiplicó por ocho, pasando de 894,665 a 7,293.390 habitantes. En el período 1981 - 1993 se registró la tasa de crecimiento más baja de 2.4%. En otros períodos intercensales, a excepción del comprendido entre 1960-1970, el incremento anual registrado había sido superior a 3%.

En término de localización espacial, la ciudad de Santo Domingo presenta el mayor crecimiento y la mayor densidad poblacional: 1,565.6 habitantes por Km<sup>2</sup>, con relación a los diez centro más poblados señalados más arriba. La población de la ciudad capital pasó de un 20 % en 1970 a un 30% en 1993. El crecimiento poblacional de la ciudad de Santiago, segunda en población, mantiene una proporción constante de 9.6%, 9.7 % y 9.8% para los períodos censales 1970, 1981 y 1993.

### 1.1.8 Aspecto General de la Economía

En el período 1990-1994 la República Dominicana cayó en una situación caótica, matizada por el estancamiento económico, el endeudamiento externo y la inflación en medio de la implementación de los ajustes neoliberales. En el año 1990 el país fue estremecido por los llamados “ajustes” del Fondo Monetario Internacional (FMI), lo que provocó una reducción de la inversión en salud entre 60 y 70% y la educación pasó del 2.1% al 1% como proporción del Producto Interno Bruto (PIB), convirtiéndose la pobreza en el problema más grave del país, según los propios organismos de la ONU, reactivando la emigración internacional a todos los niveles sociales.

De hecho, en 1990 la economía dominicana colapsó, al combinarse una contracción de un 5.5% del PIB real, una tasa de inflación de casi 80%, un aumento de la tasa de desempleo a un 23% y un descenso del salario mínimo real de un 11.1%. La política económica descansó en la eliminación del déficit fiscal, la restricción monetaria y en la eliminación de los subsidios y controles de precios públicos.

Los efectos no se hicieron esperar, la tasa de inflación cayó desde un 79.92 % a un 7.9 % y la tasa de cambio se estabilizó en 12.50 pesos por dólar, y el PIB real per cápita inició una recuperación que se tradujo en una tasa de crecimiento de un 8 % en 1992.

En los datos del PIB que presenta el Banco Central de la República Dominicana por sectores de origen para el período 1990-1999, este presenta un crecimiento sostenido, siendo el PIB total para 1990 de 3,952.5 millones de pesos dominicano a precios de 1970, haciendo su mayores aportes el sector manufacturero con RD\$ 671.1 millones, el sector agropecuario con RD\$ 501.6 millones y el comercio con RD\$ 458.8 millones, lo que representa el 41.27 % del aporte total. La tasa de crecimiento para el período 1990/1989 resultó ser negativa en un -5.9 %.

## 1.2 LA REPÚBLICA DOMINICANA Y LA CONVENCION MARCO SOBRE CAMBIO CLIMATICO

La República Dominicana está altamente comprometida con la protección del medio ambiente mundial y durante la última década ha sido signataria de acuerdos y convenios internacionales que persiguen ese fin.

Entre los instrumentos ratificados y negociados está la Declaración de Río de Janeiro de 1992, que establece los principios que deben guiar el comportamiento de los Estados y sus sociedades para alcanzar el desarrollo sustentable. Esta declaración fue firmada por el país y ratificada el de octubre de 1998 ante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático, asumiendo los compromisos en concordancia con el Artículo 12 de la citada Convención.

### 1.3 INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GASES DE EFECTOS INVERNADEROS, AÑOS 1990 Y 1994

El primer inventario de la República Dominicana se efectuó para los años de 1990 y 1994 y siguiendo las directrices de la Guía de Buena Práctica de 1996 del Panel Intergubernamental de Expertos (IPCC). En los reportes del inventario para estos años se aborda la estimación de los principales gases de efecto invernadero directo: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), así, como los de efecto invernadero indirecto recomendado en las GR (IPCC-OECD-IEA): Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

En estos reportes del inventario, por no disponerse de la información necesaria, no fueron estimadas las emisiones de los siguientes gases de efecto invernadero directo: Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>).

### 1.3.1 Emisiones Nacionales, Años 1990 y 1994

#### 1.3.2 Emisiones Brutas 1990 y 1994

Los resultados para las emisiones brutas obtenidos para estos años fueron los siguientes:

El Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), produjo emisiones de 8,690.81 en 1990 y 15 003.05 para 1994. Como se observa, en esos años el CO<sub>2</sub> tuvo los mayores aportes a las emisiones con el 95.6% de estas en 1990 y el 93.7% en 1994. Los incrementos de emisiones de CO<sub>2</sub>, y CO están asociados a los aumentos de la quema de combustibles con fines energéticos observada en ese período.

El resto de los gases tiene una contribución menor a las emisiones como por ejemplo, las emisiones de Metano (CH<sub>4</sub>) fueron de 144.74, para 1990 y de 221.9 para 1994; las emisiones de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) para 1990 fueron de 2.71 y en 1994 de 2.51; las emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOx), fueron de 54.11 en 1990 y de 77.9 en 1994; las emisiones de Monóxido de Carbono (CO) en el año de 1990 fueron de 351.04 y 510.23 para 1994; en los Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano (COVDM) las emisiones fueron de 65.22 y de 75.46, para 1994 y para el Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) fueron de 76.73 en 1990 y de 116.94 en 1994.

Como se observa, en esos años, el CO<sub>2</sub> tuvo los mayores aportes a las emisiones con el 95.6% de estas en 1990 y el 93.7% en 1994, los incrementos de emisiones de CO<sub>2</sub>, y CO están asociados a los aumentos de la quema de combustibles con fines energéticos observada en ese período. El resto de los gases tiene una contribución menor a las emisiones.

#### 1.3.3 Emisiones Netas

En cuanto a las emisiones/absorciones brutas totales de GEI por gases y sectores para los años 1990 y 1994, la mayor proporción la representa el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), 3,049.59, para 1990 y 8369.48 para 1994. Al igual que para las emisiones brutas, el CO<sub>2</sub> tiene el peso fundamental de estas con el 80.4 % en 1990 y el 88.8% en 1994. Su

**Emisiones agregadas en equivalentes de CO<sub>2</sub> de los principales gases de efecto invernadero directo (a partir de las emisiones brutas.). República Dominicana, años 1990 y 1994.**

Gas	Emisión (Gg CO <sub>2</sub> -e) 1990 <sup>2</sup>	Emisión (Gg CO <sub>2</sub> -e) 1994 <sup>2</sup>	Contribución relativa (%) 1990	Contribución relativa (%) 1994
CO <sub>2</sub>	8 716.66	15 003.05	69.2	73.4
CH <sub>4</sub>	3 039.54	4 659.9	24.1	22.8
N <sub>2</sub> O	840.1	778.1	6.7	3.8
EA	12 596.21	20 441.05	100	100

1) No se consideran las emisiones y absorciones procedentes del cambio de uso de la tierra y la silvicultura. EA – Emisiones agregadas.

peso relativo en las emisiones, se incrementó en esos años debido al aumento observado en la quema de combustibles fósiles con fines energéticos.

Por otro lado, el Metano (CH<sub>4</sub>), produjo emisiones de 149.59 en 1990 y de 227.45 para 1994, las emisiones de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), produjeron 2.74 en 1990 y 2.55 en 1994; el Óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) 55.31 en 1990 y 79.27 para 1994; el Monóxido de Carbono (CO) en 1990 produjo 393.47 y en 1994 produjo 558.82. En los Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano (COVDM) de 65.22 en 1990 y de 75.46 para 1994; Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), fueron de 77.06 para 1990 y de 116.34 para 1994.

### 1.3.4 Contribución Relativa al Calentamiento Global. Emisiones Agregadas en Equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-e)

Los diferentes gases no aportan en el mismo grado al incremento del efecto invernadero. Pa-

ra expresar las emisiones de GEI sobre una base equivalente que refleje su contribución al posible calentamiento futuro se utilizan los Potenciales de Calentamiento Global Atmosférico (PCG). En otras palabras, las emisiones de Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) que tienen, respectivamente, potenciales de calentamiento atmosférico 21 veces y 310 veces mayores que los del CO<sub>2</sub>.

Como se aprecia en el cuadro, entre 1990 y 1994, el CO<sub>2</sub> aumentó su aporte relativo al calentamiento mientras que el Metano lo redujo ligeramente y el N<sub>2</sub>O lo redujo casi a la mitad.

### 1.3.5 Emisiones Percápita

En el siguiente cuadro, se exponen los resultados obtenidos del cálculo de las emisiones percápita para 1990 y 1994 o a partir de las emisiones brutas y netas. Como se aprecia, los resultados que se obtienen difieren marcadamente para uno u otro análisis.

**Cuadro de emisiones Percápita para 1990 y 1994 o a partir de las emisiones brutas y netas**

	1990		1994	
	t CO <sub>2</sub> /persona	t CO <sub>2</sub> -e/persona	t CO <sub>2</sub> /persona	t CO <sub>2</sub> -e/persona
Excluyendo Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura <sup>2</sup>	1.23	1.77	1.95	2.66
Incluyendo Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura <sup>3</sup>	0.819 <sup>4</sup>	--	1.1	--

Emisiones percápita de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Carbono (C) y Equivalentes de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>-e). República Dominicana, años 1990 y 1994.

Como se observa, en 1990 cada habitante del país como promedio emitió 1.23 t CO<sub>2</sub>/año si no se consideran las emisiones y absorciones del cambio de uso de la tierra y la silvicultura. Si se incluyen estas, la emisión per cápita se reduce notablemente, algo que es una consecuencia de que en dicho módulo, de forma neta, se producen remociones de CO<sub>2</sub> y no emisiones. Una situación similar ocurre en 1994. Es de destacar el incremento en los valores de emisión per cápita de CO<sub>2</sub> entre 1990 y 1994, aunque dichos valores están entre los valores típicos de los países que no tienen un aporte significativo a las emisiones de este gas de invernadero.

## 1.4 VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En el plano nacional y en cumplimiento con el programa de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y como medida de enfrentamiento a los incrementos mundiales de los gases de efecto invernadero y a los efectos adversos al cambio climático, la República Dominicana realizó un estudio de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en las áreas de los recursos hídricos, las zonas costeras, la agricultura y los bosques y la salud.

El contexto del estudio se desarrolló bajo la creación de escenarios climáticos, basados en modelos de circulación general y del programa del MAGIG and SCENGEN, adaptados a los datos climáticos del país y aplicados a los sectores ya mencionados.

Se realizó un análisis de las condiciones climáticas del período 1961-1990, desarrollando la línea base climática del país en una simulación del clima futuro de República Dominicana. También se utilizó el método de representatividad, por lo que fue necesario diseñar una combinación de escenarios de emisiones y Modelos de Circulación Global (MCG) que permitiera considerar la mayor incertidumbre posible.

Esto dio lugar a que se dispusiese de varios escenarios para la evaluación de la vulnerabilidad en los diferentes sectores, con un horizonte temporal que abarca cuatro plazos de tiempo de 2010, 2030, 2050 y 2100, con el objetivo de evaluar condiciones en fechas cercanas para poder sensibilizar a los decisores y a su vez, evaluar en fechas tan lejanas como el 2100 y medir el alcance de los impactos.

### 1.4.1 Sector Hídrico

#### 1.4.1. a) Balance hídrico para los escenarios de cambio climático

A continuación se presentan los resultados y algunas consideraciones sobre el balance hídrico para los escenarios climáticos diseñados con los modelos climáticos CSRT (escenario de emisión IS92c), ECH4 (escenario de emisión IS92a) y HADM2 (escenario de emisión IS92f). Al referirse a los escenarios de emisión, Limia (comunicación personal, 2001) señala lo siguiente:

#### 1.4.1. b) Resultados del balance hídrico para cada escenario

El *Modelo CSRT* estima un calentamiento en los próximos 100 años del orden de los 0.7 °C y un 4% de incremento de la lluvia. Aunque la capacidad evaporante de la atmósfera y la evapotranspiración real aumentan, el comportamiento de la lluvia es suficiente para incrementar el escurrimiento total.

El *Modelo ECH4* plantea un aumento de 2.6 °C en la temperatura y una disminución de la actividad pluvial del orden del 10% en los próximos 100 años. Debido a lo anterior, los valores de evaporación potencial y evapotranspiración real aumentan y el volumen total de agua disponible en el país disminuye en un 28% respecto a la línea base.

El *Modelo HADCM2* muestra el escenario más dramático previsible desde el punto de vista de la disponibilidad de agua, si no se lograra una reducción significativa de la emisión de gases



termoactivos. En este escenario climático se obtiene un incremento de la temperatura de 4.2<sup>o</sup>C y una disminución de la lluvia de aproximadamente 60% en los próximos 100 años. Como consecuencia de lo anterior, el volumen total de escurrimiento se reduciría en un 95% para el año 2100. La crítica situación descrita con este modelo coincide con los resultados obtenidos por la Oficina Meteorológica del Reino Unido en 1998, cuando señala que el Caribe Oriental será la zona más árida en cualquiera de los escenarios que sean modelados.

Para tener una idea del impacto de este escenario climático en los recursos hídricos, la distribución espacial de la lluvia y el escurrimiento total para el año 2100, se observa gran disminución del valor de estas variables, que muestra un cambio estructural que intensifica la transición de las zonas más húmedas a las más secas y una ampliación de las zonas del país históricamente más secas.

Si se considera que la tasa promedio de crecimiento de la población (2.31, según la Oficina Nacional de Estadística, citada por el PNUD, 2000) se mantiene como tendencia durante el presente siglo y se asume que la explotación actual de los recursos hídricos se mantuviera constante (alrededor de 3 mil millones de m<sup>3</sup> de agua anuales), se encuentra que los escenarios hidrológicos prospectivos pueden ser más severos, si no se adoptan medidas encaminadas a una gestión más racional del agua, incluyendo su protección.

Las medidas de adaptación en este sector deben ser acciones específicas a escala de proyecto, cuenca o región, para que respondan con eficacia a las particularidades de los sistemas para las que sean concebidas. También son admisibles medidas de alcance regional y en aspectos como el planeamiento, temas de tipo metodológico o educativos.

Un elemento a considerar para el análisis de las medidas de adaptación, es la importancia que el sector tiene para el funcionamiento y desarrollo de la mayoría de los sistemas ambientales, sectores económicos y la sociedad, lo que obliga a que dichas medidas sean integrales, de manera que

sus beneficios satisfagan, en la medida de lo posible, a los intereses de todas las actividades que interactúan con el agua (Planos y Barros, 1999).

Las medidas de adaptación suelen ser costosas, siendo este el elemento más sensible para adoptarlas, sobre todo teniendo en cuenta el nivel de incertidumbre que existe en la magnitud del cambio climático. Sin embargo, existen medidas económicamente alcanzables, que tienen como principal virtud su utilidad desde el primer instante de aplicarlas y su aceptación bajo cualquier condición climática.

#### **1.4.2 Sector marino costero**

Para efectos de este informe, entenderemos como zona costera el espacio geográfico que abarca la fase interactiva entre el océano y la tierra, así como las interconexiones de los ecosistemas que en dicho espacio se encuentran y las diferentes actividades socioeconómicas directamente relacionadas con ella. Adicionalmente, a lo largo de este informe se utiliza el término Zona Marino Costera (ZMC) como sinónimo de zona costera (ZC) para hacer notar que tanto la parte marina como la terrestre forman una unidad funcional.

##### **1.4.2. a) Incremento del nivel del mar**

El impacto más obvio, cuando se piensa en ascenso del nivel del mar, es precisamente la sumersión de las costas bajas que pasarán a estar totalmente cubiertas. Esta cobertura puede tener diferentes implicaciones según el tipo de costa que se trate y los ecosistemas que se desarrollen, pero será particularmente impactante en aquellos ecosistemas litorales emergidos, donde la influencia de los factores dinámicos como las mareas y el oleaje –que serán inevitablemente alterados– tienen un efecto más directo sobre su desarrollo.

Con un ascenso del nivel del mar moderado el impacto puede ser gradual y compensado, por tanto, por la evolución de los sistemas naturales en la medida en que éstos puedan exhibir tolerancia alta al ambiente cambiante. Sin embargo, con una temperatura mayor y un rápido ascenso

el impacto puede ser catastrófico y puede alterar seriamente la morfología costera.

Los escenarios climáticos de elevación del nivel del mar que se utilizan en el presente informe corresponden a la tendencia global identificada por el IPCC mediante los escenarios IS92 a-f.

Estos incrementos del nivel del mar, de acuerdo a los escenarios especificados, implican tasas de incremento anual diferentes, las cuales alcanzan entre 0.12 y 0.14 cm/año para el IS92c, entre 0.38 y 0.65 cm/año para el IS92a y entre 0.66 y 1.17 cm/año para el IS92f. Se debe hacer notar que además del incremento del nivel del mar, también parece que se espera un incremento en la tasa a la cual esto ocurra.

#### 1.4.2. b) Incremento de la temperatura

Para la definición de escenarios de incremento de temperatura se utilizó la serie de 1961 a 1990, para diez provincias costeras. Considerando los resultados del Modelo SCENGEN que subdivide al país en dos celdas y las diferencias que existen en el patrón térmico de la costa y el mar en la vertiente atlántica y caribeña, se diferenciaron cuatro áreas con el interés de analizar el efecto de la temperatura sobre la zona costera.

A nivel de valores promedios los incrementos de la temperatura superficial del agua en la zona costera indican una diferencia DT ( $DT = T_{\text{actual}} - T_{\text{período dado}}$ ), del orden de 2.144, 1.843, 1.879 y 0.987 °C, para las áreas de la vertiente atlántica y caribeña, respectivamente, para el 2100. Quiere esto decir que para un escenario intermedio, la temperatura del agua en la costa sería como promedio de 1 a casi 3 °C, superior a la actual en ese período.

En el caso del área en la vertiente atlántica el promedio para el 2010 (25.997 °C) es menor que el valor base (27.008 °C). Ello es inconsistente con el patrón de aumento y es una muestra del sesgo introducido por la correlación, las cuales se encuentran estrechamente interrelacionadas, con valores del coeficiente de correlación entre 0.70 y

0.84. Además existe un alto grado de relación entre la temperatura del aire y del agua, tanto para la región caribeña, como atlántica, cuya marcha estacional es muy similar en ambas, con las diferencias naturales de que el agua permanece más tiempo con mayor temperatura a partir del pico de verano, debido a la inercia térmica del océano.

Las medidas de adaptación en este sector están orientadas, a evitar y/o mitigar los cambios necesarios para mitigar y evaluar lo antes posible cuáles son los impactos esperados para las costas dominicanas, de acuerdo a la vulnerabilidad de sus diferentes sectores, y formular estrategias con medidas de adaptación que contribuyan no sólo a atenuar impactos futuros sino a resolver impactos actuales que reducen la vulnerabilidad del ambiente costero.

Las recomendaciones para mitigar estos impactos incluyen medidas tales como:

- Restaurar y rehabilitar las zonas de humedales fluviales y costeras para posibilitar la anegación natural de grandes extensiones de tierra y mantener los balances hídricos.
- Eliminar las presiones actuales que reduzcan la capacidad de los ecosistemas costeros de responder al cambio climático, particularmente todas las formas de contaminación doméstica e industrial.
- Evitar la extracción de plantas y proteger la diversidad biológica para mantener e incrementar la capacidad de recuperación y adaptación de los ecosistemas de humedales, de forma que continúen prestando servicios importantes bajo distintas condiciones climáticas.
- El mantenimiento del caudal de los ríos, incluido el caudal de estiaje, representa también un enfoque importante para mantener los sistemas de humedales, etc.

#### 1.4.3 Sector Agrícola

El cambio climático en progreso representa una amenaza potencial para la producción agrícola y la propia existencia de los bosques en la zona

tropical del planeta (UKMO, 1998; IPCC, 1996). La Densidad Potencial de Biomasa (DPB), para los bosques dominicanos no pudo ser realizada porque no se disponía para este informe de la información topográfica y de suelo necesaria. Para la evaluación del impacto climático sobre los cultivos agrícolas anuales se empleó el modelo biofísico WOFOST 4.1.

Por otro lado, los parámetros de impacto analizados para los cultivos de regadío fueron los rendimientos potenciales, así como el consumo de agua y la cantidad de nutrientes requeridos para producir tales rendimientos. Para el caso de los cultivos de regadío el modelo fue corrido 30 veces para cada fecha de siembra, en el clima base y en los escenarios climáticos futuros, tanto sin tomar como tomando en cuenta el posible efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.

Este estudio sólo incluye los impactos biofísicos de primer orden del cambio climático sobre la agricultura y los bosques de República Dominicana y no los de orden más elevados (Rivero, 2001). Esta evaluación preliminar es por tanto, en cierto sentido, análoga a la evaluación rápida realizada en Cuba (Rivero et al., 1998), y deberá ser extendida y completada en el futuro por los especialistas dominicanos.

#### **1.4.3. a) Bosques y formaciones forestales**

La productividad (potencial) primaria neta (PPN) de los bosques dominicanos en las condiciones del clima actual denota una productividad muy elevada en la zona geográfica coincidente con el máximo de las precipitaciones. Sin embargo, existen áreas de muy baja PPN ubicadas al Sur del macizo central. La PPN de las formaciones forestales experimentará cambios trascendentales a lo largo del siglo XXI, pero estos cambios dependerán fuertemente de los escenarios climáticos previstos. Los dos escenarios más contrastantes son los asociados a los modelos CSIRO TR y al HadCM2.

En el escenario asociado al modelo CSIRO para el año 2050, tomando en cuenta el efecto de fertiliza-

ción por CO<sub>2</sub> en su valor máximo esperado (BETA = 0.7), las productividades crecen hasta un 21.2% en la zona de máximos valores actuales. Sin embargo, debe notarse que en las zonas de menor productividad el impacto del cambio climático no cambia apreciablemente la situación actual.

El escenario correspondiente al modelo HadCM2 para el 2050 representa una disminución drástica de las productividades y el fin de los bosques dominicanos en la segunda mitad del siglo XXI. Debe llamarse la atención sobre el hecho de que esta desaparición de los bosques es muy diferente a la que es anunciada por los ecólogos, ambientalistas y estudiosos de la biodiversidad a consecuencia de la acción directa del hombre (uso de la tierra, explotación intensiva, lluvias ácidas y otros factores). La diferencia radica en que en este caso se trata de la desaparición total de las condiciones climáticas que permiten la existencia potencial del bosque.

Tal impacto no podría ser evitado por las medidas de conservación y protección habituales que no pueden proteger los bosques del cambio de las condiciones climáticas.

La desaparición de las condiciones climáticas que permiten la existencia de los bosques dominicanos en un plazo breve de tiempo, lo que equivale a cambios drásticos en las Zonas de Vida de Holdridge actuales, no dará tiempo para la migración de las actuales especies a nuevas zonas con condiciones más favorables. Esto se verá agravado por la actual fragmentación del hábitat de los ecosistemas, porque las posibles zonas favorables pueden ya estar ocupadas por sistemas antrópicos y por la insularidad de República Dominicana.

Por lo tanto, debemos esperar en este último escenario una mortalidad masiva de los bosques en sus lugares actuales. Este fenómeno, al cual se le ha dado en llamar "dieback" en la literatura internacional, ha sido analizado por otros investigadores en relación con los bosques tropicales y amazónicos utilizando escenarios creados con el modelo HadCM2 (UKMO, 1998). Esta mor-

talidad masiva conducirá a emisiones de CO<sub>2</sub> acrecentadas, que acelerarán e intensificarán el cambio climático a niveles aún no contemplados en los escenarios.

#### **1.4.3. b) Cultivos agrícolas**

Con relación a los cultivos se incluyen los de clima templado y ciclo fotosintético C3 como la papa, que es de hábito indeterminado, los cultivos de clima cálido con ciclo fotosintético C3 como el arroz y los que son de clima cálido con ciclo fotosintético C4 como el maíz. Estos dos últimos son de hábito determinado.

Todos ellos se evaluaron tanto sin tomar como tomando en cuenta el efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>. Los parámetros de impacto utilizados fueron los rendimientos potenciales de regadío, el consumo de agua requerido para alcanzar tales rendimientos y el tiempo requerido para la floración en el caso del arroz y el maíz, y para la aparición de los tubérculos en el caso de la papa. Sin embargo, los resultados son más impactantes en el caso de los escenarios asociados al modelo HadCM2, ya que en la segunda mitad del próximo siglo se hace imposible el cultivo de la papa en República Dominicana.

La adaptación al cambio climático puede rebasar el marco de un cultivo, tecnología específica de manejo, sector individual de impacto, área geográfica o nación. Generalmente la adaptación pudiera lograrse sólo a través de la aplicación de un paquete de medidas, y no por una medida aislada. Nuestro concepto es que la adaptación al cambio climático es, de modo similar al problema de la mitigación, un problema de carácter global.

Las políticas de adaptación de este sector recomiendan tener en cuenta el proceso de desarrollo de la globalización actual de la economía mundial, ya que el no hacerlo podría conducir a desastres (socioeconómicos) de mayor relevancia aún que el impacto directo del cambio climático. También, que no debe esperarse que medidas de adaptación simples logren revertir el impacto negativo de los cambios climáticos en zonas tropicales en el caso de escenarios muy adversos.

Con relación a la adaptación de nuestros bosques, estos deberán ser protegidos contra la explotación indiscriminada, fomentándose los planes de reforestación por técnicas científicas que garanticen la implantación de nuevos rodales. Resulta aconsejable en las zonas de condiciones más difíciles emplear técnicas de reforestación sucesional. Aunque económicamente no se justifique, siempre deberá tenerse presente la posible utilización del riego en zonas forestales, siempre y cuando la existencia de agua lo permita.

#### **1.4.4 Sector Salud**

En el comportamiento anual de la malaria en el país a partir del año 1965 se distingue primero una tendencia a la disminución de los casos que termina a finales de la década de los años 70 y que posteriormente cambia a una tendencia ascendente para mantener el número de casos de la enfermedad en una meseta endémica que es evidente desde hace veinte años. El patrón de transmisión malárica afecta al mismo conjunto de provincias, como se presenta en el mapa correspondiente al período 1991-2000, donde se distinguen dos zonas con los mayores riesgos de transmisión que se corresponden con la Sub-región del Yuma, en el Este y la Sub-región Cibao Occidental, en el Noroeste del país.

En la primera, la transmisión de la malaria se ha relacionado con el cultivo de la caña de azúcar y con la construcción intensiva de instalaciones turísticas, que se vinculan con una fuerte migración de trabajadores, en forma estacional para la caña y en forma concentrada y explosiva para la construcción, mientras que en el Cibao Occidental se ha relacionado con el cultivo del arroz, otros cultivos agrícolas y la mano de obra migrante temporal estacional.

##### **1.4.4 .a) Impacto de la variabilidad en el comportamiento de las enfermedades**

Para el estudio de los patrones estacionales se sub-dividió la serie en dos sub-períodos. Uno correspondiente a la línea base (1988-1994) y el

otro a las condiciones actuales (1995-2000) los cuales se correspondieron con los cambios observados en el patrón estacional y las tendencias ya discutidas en el epígrafe anterior.

Las tendencias observadas en la enfermedad de la malaria coinciden con las tendencias regionales manifestadas en el clima, las cuales a partir de 1975 señalan cambios en el régimen de precipitaciones con tendencias a la disminución y variación ligera en la humedad, así como una tendencia al calentamiento que aunque ligera y no significativa, ya ha comenzado a dar señales de que se calienta la región. Resulta interesante que aquí no hay una clara evidencia entre los brotes y las condiciones de eventos ENOS, ya que en 1999 se produjo un alza y no estábamos en condiciones de evento ENOS sino de AENOS.

#### **1.4.4.b) Efectos de la variabilidad del clima sobre las enfermedades**

Los resultados alcanzados nos corroboran la hipótesis del que el clima es un factor modificador de los patrones epidemiológicos de la malaria y de hecho los ha estado variando a medida que el clima ha variado en la región, donde la enfermedad se presenta en períodos poco contrastantes, con altas temperaturas y tendencias al aumento de la humedad relativa como consecuencia del comienzo de las precipitaciones. Estas condiciones favorecen la proliferación de los agentes patógenos para la aparición de las epidemias.

#### **1.4.4.c) Evaluación de los impactos físicos**

Existen evidencias científicas que demuestran que las enfermedades estudiadas en esta evaluación son susceptibles a los efectos del cambio climático (Ortiz, 1995; Ortiz, 1996, CONAMA, CNCC, 1999; IPK, 1999). Muchos de los organismos biológicos y procesos ligados a la aparición de enfermedades infecciosas están especialmente influenciados por fluctuaciones en las variables climáticas, especialmente la temperatura, precipitación y humedad (McMichael, A.J., and

others, 1996). El cambio climático regional ha alterado el patrón en el número de enfermedades infecciosas y enfermedades producidas por intoxicación alimentaria, entre otras.

Tanto el clima como las enfermedades presentan cambios significativos en los comportamientos de los patrones de la variabilidad y epidemiológicos respectivamente, puesto que ambas series a partir de la década de los 90 daban señales de una persistencia en sus variaciones que pudieran tomarse como las primeras señales del cambio en el clima, así como en el comportamiento de las enfermedades y sus respuestas a las variaciones del clima; es decir, se observa una tendencia secular (o a largo plazo) de la evolución de la variabilidad climática en el área de estudio.

Es posible formular distintas estrategias de adaptación para reducir el impacto del clima en la salud humana. En general, tales medidas pudieran desarrollarse tanto en el ámbito de los individuos como de la población.

La primera medida es común a todas las entidades abordadas y se refiere a mantener informada a la población con la labor educativa sobre los riesgos o acontecimientos que se pudieran presentar. Esto permitirá una participación activa de la comunidad, dando soluciones locales que permitan atenuar algunos de estos efectos. Para cada una de estas enfermedades deben identificarse o recomendarse medidas específicas que permitan un impacto con el menor costo posible, para obtener una mayor eficacia en la reducción de los problemas de salud que debe afrontar el país en este nuevo siglo.

La forma de lograr esto debe ser a través de la creación de un Sistema Integrado de Vigilancia como parte de una red o sistema nacional, que facilite la predicción de las epidemias o la determinación de comportamientos de enfermedades fuera de su canal endémico. Como resultado se podrá realizar una planificación más adecuada y racional de los recursos disponibles durante períodos de contingencia y reducir los efectos del impacto del cambio climático. Tam-

bién, se requiere crear un grupo de investigación que aporte conocimientos acerca de la vulnerabilidad del patrón epidemiológico de la malaria frente los impactos potenciales del cambio climático por regiones, en aquellas áreas o asentamientos humanos más sensibles a la

afectación por enfermedades infecciosas y no infecciosas.

De esta manera se pueden dirigir los recursos y aplicar modificaciones o medidas específicas en las áreas.



## EXECUTIVE SUMMARY

### 1.1 EXECUTIVE SUMMARY

#### 1.1.1 Geography

The Dominican Republic is located between the parallels 17° 36' and 19° 58' north latitude, and 68° 17' and 72° 00' west longitude. This places the country on the edge of the north tropical zone, with an extension of 48,670.82 km<sup>2</sup>, of which 1,575 km are coastline, with 526 km distributed along the north, 374 km on the east, and 675 km on the south.

The Caribbean Sea lies to the south and east, and the Atlantic Ocean to the north. Hispaniola, along with Puerto Rico to the east, Cuba, to the northeast, and Jamaica to the southwest, belongs to the Greater Antilles group of the Caribbean Archipelago. It shares the island of Hispaniola with Haiti, occupying the eastern two thirds of the island.

#### 1.1.2 Island Territory and Soil Conditions

The Dominican Republic is home to an extremely varied terrain, illustrated by the fact that a vertical section going north-south can intercept seven large geomorphic regions that, listed from north to south, include a coastal plain; the Cordillera Septentrional, or Northern Mountain Range; the Yaque del Norte River Valley, the largest in the country; and the Cordillera Central, or Central Mountain Range, with a maximum height of 3,150 meters above sea level. Directly to the south lie the San Juan River Valley; the Sierra de Neiba Mountain Range; the Sierra de Bahoruco Range, and a coastal plain on the south coast. These characteristics influence the island's climatic conditions.

Soils are classified into 7 groups according to the presence or absence of horizons, listed as follows: mollisols, vertisols, histasols, aridisols, ultisols, entisols, and inceptisols.

### 1.1.3 Seas, Coasts and Island Areas

The coastal border measures 1,575 km, of which 824 are on the Atlantic Coast and 752 on the Caribbean Coast; of the total, 1,478 km belong to the island and 97 km to the keys and smaller islands. Of the 48,670.82 km<sup>2</sup> of the total area of the country, 56.5% corresponds to the coastal provinces and their numerous keys and small islands, that is, 27,437 km.

The main coastal marine ecosystems in the Dominican Republic occupy 66,160 hectares, of which 8,940 are mangroves, 18,600 are marine grasslands, 13,300 are coral reefs, and 24,420 are beaches.

### 1.1.4 Temperature

The Dominican Republic falls within an annual median isotherm of 25° C, making it 1.5° C milder than the temperature for its latitude, due to the maritime influence and the breezes. The mean annual temperatures range from 17.7° C in Constanza, at an altitude of 1,234 meters, to 27.7° C at 10 meters above sea level. The mean monthly temperature ranges between 15.4° in Constanza and 30.6° C in Duvergé, at two meters above sea level. The temperature decreases as the mountainous terrain rises.

The decrease is approximately 0.5° C per each 100 meters. This explains why Santo Domingo, at sea level, has a mean annual temperature of 25.6° C and Constanza, at 1,234 meters above sea level, has a mean annual temperature of 18° C. The lowest temperatures are registered during the winter but never go below 15° C. However, during the summer the temperature can reach 34° C at midday.

### 1.1.5 Climate

The variable climate is due to the latitude, insularity, proximity to large bodies of water and land masses, the temperature of the neighboring seas, the dominant east winds (the trade winds from the northeast), the pressure system, the island terrain and hurricanes.

The equatorial currents from the north and south affect the country due to their high temperatures and water content, contributing to the intensification of these characteristics of our climate. On the other hand, our relative nearness to North America puts us in the reach of the large cold air masses that descend in winter over the central plains of the United States and that, on arriving in our country, bring low temperatures and rain, a phenomenon known as "the North." But no less important is the varied terrain of the island that determines important local variations, such as significant daily fluctuations in the various meteorological elements and the tropical hurricanes that are associated with strong winds that can reach more than 200 km/h, and torrential rains with an intensity above 500 mm/24 hours, occurring mainly from August to October and affecting principally the southwestern part of the country.

### 1.1.6 Rainfall

The mean annual rainfall for the entire country is 1,500 mm, with variations ranging from 350 mm in the basin known as Hoya de Enriquillo to 2,743 mm annually in the Cordillera Oriental, or Eastern Mountain Range. It is important to note that more than half of the country enjoys more than 100 days of rain annually, with variations ranging from 31 days in Pedernales to 265 days in San Cristóbal.

The terrain or topography produces what is known as orographic rains, which occur in four places in the country: 1) the coast of Samaná and Escocesa Bays, from Cabrera to Miches; 2) the northern slope of the Cordillera Septentrional, or Northern Mountain Range, from Puerto Plata to Gaspar Hernandez; 3) the eastern part of the Cordillera Central, or Central Mountain Range, from Jarabacocha to San Cristóbal; and 4) the eastern part of the Sierra de Bahoruco, or Bahoruco Mountain Range, to the south of Barahona.

When the humid trade winds encounter a mountain in their path, they are forced to rise; with



this rise, the humid air cools down and produces condensation, or orographic rain, that is produced only on the windward side of the mountain; on the opposite, or leeward side, precipitation is scarce.

### 1.1.7 Demography

At the present time the Dominican Republic has a population estimated at 8 million inhabitants, with the highest concentrations in the principal cities of Santo Domingo, Santiago, San Cristóbal, La Vega, Duarte, San Juan, Puerto Plata, Espaillat, El Seibo, and Peravia.

Between 1920 and 1993, the population of the country grew eightfold, from 894,665 to 7,293,390 inhabitants. The period from 1981 to 1993 saw the lowest growth rate of 2.4%. In other inter-census periods, with the exception of the one between 1960 and 1970, the annual increase was above 3%.

In terms of area, the city of Santo Domingo exhibits the largest growth and the greatest population density of 1,565.6 inhabitants per km<sup>2</sup>; the population of the capital went from 20% in 1970 to 30% in 1993. The population of the city of Santiago, second to that of Santo Domingo, maintained a constant proportion of 9.6%, 9.7%, and 9.8% for the census periods 1970, 1981, and 1993.

### 1.1.8 General Aspects of the Economy

In the period from 1990 to 1994, the Dominican Republic fell into chaos, characterized by economic stagnation, foreign debt, and inflation in the midst of the implementation of neoliberal adjustments. In the year 1990, the country was shaken by the so-called "adjustments" of the International Monetary Fund (IMF), which provoked a 60% to 70% reduction in the investment in health, while the investment in education went from 2.1% to 1% of the Gross Domestic Product (GDP). This made poverty the most serious problem in the country, according to the

UN's own agencies, and caused international emigration at all levels of society.

In fact, in 1990 the Dominican economy collapsed, with the combining of a downswing of 5.5% of the real GDP, an inflation rate of almost 80%, a 23% rise in the unemployment rate, and an 11.1% decrease in the real minimum wage. The economic policy lay in the elimination of the fiscal deficit, monetary restriction, and in the elimination of public price controls and subsidies.

The effects were felt immediately, as the inflation rate fell from 79.92% to 7.9%, the rate of exchange stabilized at 12.50 pesos to the dollar, and the real per capita GDP experienced a recovery that was translated into a growth rate of 8% in 1992.

For the period 1990-1999, the GDP data by sector of origin submitted by the Central Bank of the Dominican Republic showed sustained growth, with the total GDP for 1990 being 3,952.5 million Dominican pesos at 1970 prices, the largest contributions coming from the manufacturing sector with RD\$671.1 million, from the agricultural sector with RD\$501.6 million, and from the commercial sector with RD\$458.8 million, representing 41.27% of the total contribution. The growth rate for the period 1990/1989 was negative at -5.9%.

## 1.2 THE DOMINICAN REPUBLIC AND THE FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE

The Dominican Republic is highly committed to protecting the world environment, and during the last decade has been a signatory of international agreements toward this goal.

Among the instruments ratified and negotiated is the 1992 Rio de Janeiro Declaration, which established the principles that should guide the behavior of States and societies in achieving sustainable development. This declaration was signed by the country and ratified in

October of 1998 before the UN Framework Convention on Climate Change, assuming the commitments in accordance with Article 12 of this Convention.

### **1.3 NATIONAL INVENTORY OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND SINKS: 1990-1994**

The first inventory in the Dominican Republic was made for the years 1990 and 1994, following the 1996 Good Practice Guidance and the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The reports of the inventory for these years address the estimation of the main direct greenhouse gases, such as carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>), and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), as well as the indirect greenhouse gases recommended in the Revised Guidelines (IPCC-OECD-IEA), such as carbon monoxide (CO), nitrogenous oxides (NOX), non-methane volatile organic compounds (NMVOCs), and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>). Since the necessary information was not available for these inventory reports, the estimates of the emissions of the following direct greenhouse effect gases were not made: hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), and sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>).

#### **1.3.1 National Emissions, years 1990 and 1994**

#### **1.3.2 Gross emissions, 1990 and 1994**

The results for gross emissions obtained for these years are as follows:

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) produced emissions of 8 690.81 in 1990 and 15 003.05 in 1994. As noted, in these years the largest proportion of the emissions came from CO<sub>2</sub>, with 95.6% in 1990 and 93.7% in 1994; the increases in emissions of CO<sub>2</sub> and CO are associated with the increase in the burning of fuels for energy observed during this period.

The rest of the gases constituted a smaller proportion of the emissions; for example, those of

methane (CH<sub>4</sub>) were 144.74 for 1990 and 221.9 for 1994; those of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) were 2.71 for 1990 and 2.51 for 1994; those of nitrogenous oxides (NOX) were 54.11 for 1990 and 77.9 for 1994; carbon monoxide (CO) was 351.04 for 1990 and 510.23 for 1994. Of the non-methane volatile organic compounds (NMVOCs), emissions were 65.22 and 75.46 for 1994, and for sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), 76.73 for 1990 and 116.74 for 1994.

As noted, in these years the largest proportion of emissions came from CO<sub>2</sub>, with 95.6% in 1990 and 93.7% in 1994; the increases in emissions of CO<sub>2</sub> and CO are associated with the increase in the burning of fuels for energy observed during this period. The rest of the gases constitute a smaller proportion of the emissions.

#### **1.3.3 Net Emissions**

The total gross greenhouse emissions/absorptions by gases and sectors for the years 1990 and 1994 (sic). The largest proportion is represented by carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), 3049.59 for 1990 and 8369.48 for 1994. As with gross emissions, CO<sub>2</sub> made up the largest proportion of these, with 80.4% for 1990 and 88.8% for 1994. Its relative weight in emissions increased during these years due to the increase noted in the burning of fossil fuels for energy. On the other hand, methane (CH<sub>4</sub>) produced emissions of 149.59 in 1990 and 227.45 in 1994. Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) produced emissions of 2.74 in 1990 and 2.55 in 1994; nitrogenous oxides (NOX) 55.31 in 1990 and 79.27 in 1994, carbon monoxide (CO) in 1990 produced 393.47 and in 1994 558.82; the non-methane volatile organic compounds (NMVOCs) produced 65.22 and 75.46 for 1994; sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) was 77.06 for 1990 and 116.34 for 1994.

#### **1.3.4 Relative Contribution to Global Warming. Aggregate Emissions of CO<sub>2</sub> Equivalent (CO<sub>2</sub>-e)**

The different gases do not contribute to the same degree to the increase in the greenhouse effect. To express GEG emissions based on equivalents that

Aggregate emissions in equivalents of CO<sub>2</sub> of the principal direct greenhouse effect gases (from gross emissions). Dominican Republic, 1990 and 1994.

Gas	Gas Emisión (Gg CO <sub>2</sub> -e) 1990 <sup>1</sup>	Emission (Gg CO <sub>2</sub> -e) 1994 <sup>2</sup>	Relative contribution (%) 1990	Relative contribution (%) 1994
CO <sub>2</sub>	8 716.66	15 003.05	69.2	73.4
CH <sub>4</sub>	3 039.54	4 659.9	24.1	22.8
N <sub>2</sub> O	840.1	778.1	6.7	3.8
EA	12 596.21	20 441.05	100	100

1) Emissions and absorptions resulting from land-use change and forestry were not considered. AE – aggregate emissions.

reflect their contribution to possible future warming, the Global Warming Potentials (GWPs) are used; in other words, the emissions of methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) that have, respectively, a potential for atmospheric warming 21 times and 310 times greater than those of CO<sub>2</sub>. As noted in the table, between 1990 and 1994, CO<sub>2</sub> increased its relative contribution to warming, while the contribution of methane was reduced slightly and that of N<sub>2</sub>O was reduced by almost half.

### 1.3.5 Emissions Per Capita

The following table shows the results obtained from calculating emissions per capita for 1990 and 1994, or from gross and net emissions. As noted, the results obtained differ markedly for each analysis conducted.

As noted, in 1990 each inhabitant of the country, on average, emitted 1.23 t CO<sub>2</sub>/year if emissions and absorptions from land-use change and forestry are not considered. If these are included, the emission

per capita is reduced notably, something that is a result of the fact that in this module, in net form, removals, not emissions, of CO<sub>2</sub> are produced. A similar situation occurs in 1994. The increase in the values of the emission per capita of CO<sub>2</sub> between 1990 and 1994 should be noted, although these values are among the typical values of the countries that do not make a significant contribution to the emissions of this greenhouse effect gas.

## 1.4 VULNERABILITY AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

At the national level and in compliance with the program of the UN Framework Convention on Climate Change, and as a measure for addressing the worldwide increases in greenhouse effect gases and the adverse effects of climate change, the Dominican Republic conducted a study of Vulnerability and Adaptation to Climate Change in the areas of water resources, coastal zones, agriculture, forestry, and health.

Emissions per capita of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), carbon (C) and carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub>-e). Dominican Republic, 1990 and 1994.

	1990		1994	
	t CO <sub>2</sub> /person	t CO <sub>2</sub> -e/person	t CO <sub>2</sub> /person	t CO <sub>2</sub> -e/person
Excluding land- use change and forestry <sup>2</sup>	1.23	1.77	1.95	2.66
Including land-use change and forestry <sup>3</sup>	0.819 <sup>n</sup>	--	1.1	--

The context of the study was developed with the creation of climatic scenarios, based on general circulation models and on MAGICC and SCEN-GEN software models adapted to the data from the climatic data of the country and applied to the above mentioned sectors.

An analysis of climatic conditions was conducted from the period 1961-1990, developing the climatic baseline of the country in a simulation of the future climate of the Dominican Republic. In addition, the representation method was used, for which it was necessary to design a combination of emission scenarios and General Circulation Models (GCMs) that would allow for the consideration of the greatest possible level of uncertainty.

This gave way to the availability of various scenarios for evaluating vulnerability in the different sectors, with a temporary time horizon that includes four periods: 2010, 2030, 2050, and 2100, with the goal of evaluating conditions in the near future so as to sensitize decision makers and, in turn, to evaluate at such late dates as 2100, and to measure the scope of the impacts.

#### **1.4.1 Water Sector**

##### **1.4.1.a) Water Balance for Climate Change Scenarios**

Following are the results of some considerations regarding the water balance for the climatic scenarios designed with the CSRT models (emission scenario IS92c), ECH4 (emission scenario IS92a) and HADM2 (emission scenario IS92f). In referring to the emission scenarios, Limia (personal communication, 2001) notes the following: (sic)

##### **1.4.1.b) Water Balance Results for Each Scenario**

The CSRT Model estimates a warming over the next 100 years on the order of 0.7° C and a 4% increase in rainfall. Although the evaporating capacity of the atmosphere and real evapotran-

spiration increase, the behavior of the rainfall is sufficient to increase the total runoff.

The ECH4 Model shows an increase of 2.6° C in temperature and a decrease in pluvial activity on the order of 10% over the next hundred years. For this reason, the values of potential evaporation and real evapotranspiration will increase, and the total volume of available water in the country will decrease by 28% with respect to the baseline.

The HADCM2 Model demonstrates the most dramatic foreseeable scenario regarding the availability of water if a significant reduction in the emission of thermoactive gases is not achieved. In this climate scenario, there is an increase in temperature of 4.2° C and a decrease in rainfall of approximately 60% over the next 100 years. Consequently, the total volume of runoff will be reduced by 95% for the year 2100. The critical situation described in this model coincides with the results obtained by the Meteorological Office of the United Kingdom in 1998, when it noted that the Eastern Caribbean will be the most arid zone of any of the scenarios that are modeled.

To have an idea of the impact of this climate scenario on water resources, spatial distribution of rainfall, and total runoff for the year 2100, a great decrease in the value of these variables is observed, demonstrating a structural change that intensifies the transition from the most humid zones to the driest and an expansion of the areas of the country that are historically the driest.

If one considers that the average population growth rate (2.31 according to the National Statistics Office, cited by the UNDP, 2000) will hold steady during the present century, and if it is assumed that the current exploitation of water resources will remain constant (around 3 billion m<sup>3</sup> of water annually), the proposed hydrological scenarios could be more severe if measures aimed at a more rational use of water – including its protection - are not adopted.

The adaptation measures in this sector should be in the form of specific actions at project, basin, or region levels, in order to efficiently respond to the particularities of the systems for which they are conceived. Also admissible are measures of regional scope in areas such as planning, as well as methodological or educational measures. An element to consider in the adaptation measures analysis is the importance of the sector in the functioning and development of the majority of environmental systems, economic sectors and society. The measures should be comprehensive, with benefits that will fulfill, to the greatest extent possible, the expectations of all the activities that interact with water. (Planos and Barros, 1999).

Adaptation measures are usually costly, this being the most sensitive element to consider in their adoption, especially taking into account the level of uncertainty that exists in the magnitude of climate change. However, there are measures that are economically feasible, as they are useful from the first moment of application, and acceptable under any climate conditions.

### **1.4.2 Coastal Marine Sector**

For the purposes of this report, the coastal zone will be understood as the geographic space that includes the interactive phase between the ocean and the land, as well as the interconnections of the ecosystems that are found in this space and the different socioeconomic activities directly related to it. Furthermore, throughout this report, the term Coastal Marine Zone (CMZ) will be used as a synonym of the coastal zone (CZ), to take note of the fact that both the marine and land areas form a functional unit.

#### **1.4.2.a) Sea-Level Rise**

The most obvious impact when one thinks of a rise in sea level is precisely the submersion of the lower coasts that will become totally covered. This coverage can have different implications according to the type of coast and the ecosystems that are developed, but it will be par-

ticularly impacting on those emerged coastal ecosystems where the influence of the dynamic factors such as tides and swells – that will inevitably be altered – have a more direct effect on its development. With a moderate rise in sea level, the impact, therefore, can be gradual and compensated by the evolution of the natural systems in so far as these can exhibit a high tolerance to the changing environment. However, with a higher temperature and a rapid rise, the impact can be catastrophic and can seriously alter the coastal morphology.

The climatic scenarios of sea level rise that are used in the present report correspond to the global trend identified by the IPCC through the IS92 a-f scenarios.

These sea-level rises, according to the specified scenarios, imply different annual rates of increment, which range from 0.12 to 0.14 cm/year for the IS92c, from 0.38 to 0.65 cm/year for the IS92a, and from 0.66 to 1.17 cm/year for the IS92f. It should be noted that in addition to the sea-level rise, it seems that an increase in the rate at which this occurs is also expected.

#### **1.4.2.b) Increase in Temperature**

For the definition of increased temperature scenarios, the series from 1961 to 1990 was used, for ten coastal provinces. Considering the results of the SCENGEN Model that subdivides the country into two cells and the differences that exist in the thermal pattern of the coast and the sea in the Atlantic and Caribbean slopes, four areas were differentiated in the interest of analyzing the effect of temperature on the coastal zone.

Regarding the average values, the increments in the surface temperature of the water in the coastal zone indicate a difference  $DT$  ( $DT = T_{\text{present}} - T_{\text{period}}$  indicated), on the order of 2.144, 1.843, 1.879, and 0.987 degrees C, for the areas of the Atlantic and Caribbean slopes, respectively, for the year 2100. This means that for a mid scenario, the temperature of the coastal water would range, on

average, from 1 to 3° C higher than what the temperature normally is during this period.

Regarding the Atlantic slope area, the average for the year 2010 (25.997 °C) is less than the base value (27.008 °C). This is inconsistent with the pattern of increase and is an example of the bias introduced by the correlation, which is narrowly interrelated with the values of the correlation coefficient between 0.70 and 0.84. There is also a high degree of correlation between the temperature of the air and the water in the Caribbean and Atlantic regions, both of which have similar seasonal variations, with natural differences being that the water remains at a higher temperature for a longer time from the height of the summer, due to the thermal inertia of the ocean.

The adaptation measures in this sector are targeted to avoid and/or mitigate the changes needed to alleviate and evaluate in the shortest possible time the expected impacts on the Dominican coasts based on the vulnerability of the different sectors, and to develop strategies with adaptation measures that contribute not only to mitigating future impacts, but also to resolving the current impacts that reduce the vulnerability of the coastal environment.

The recommendations for mitigating these impacts include measures such as the following:

- Restore and rehabilitate the wetlands areas and coasts to allow the natural flooding of large land areas and to maintain water balances.
- Eliminate the current pressures that reduce the capacity of the coastal ecosystems to respond to climate change, particularly all forms of domestic and industrial pollution.
- Avoid the removal of plants and protect the biological diversity in order to maintain and increase the capacity for recovery and adaptation of the wetlands ecosystems so that they can continue to provide important services under varied climate conditions.

- Maintaining the flow of rivers, including the period of low water, also represents an important approach in the maintenance of the wetlands systems, etc.

### 1.4.3 Agricultural Sector

The ongoing climate change represents a potential threat for agricultural production and the very existence of the forests in the tropical zone of the planet (UKMO, 1998; IPCC, 1996).

The Potential Biomass Density (PBD) for Dominican forests could not be calculated because the necessary topographic and soil information was not available for this report. To evaluate climate impact on agricultural crops annually, the WOFOST 4.1 biophysical model was used.

On the other hand, the impact parameters analyzed for irrigation crops were potential yield, such as water consumption, and the quantity of nutrients required to produce these yields. For irrigation crops, the model was run 30 times for each date of planting, in the base climate and in future climatic scenarios, with and without taking into account the possible CO<sub>2</sub> fertilization effect.

This study included only the biophysical impacts of the first order of climate change concerning agriculture and forests in the Dominican Republic, and not those of a higher order (Rivero, 2001). This preliminary evaluation is, therefore, in a certain sense, analogous to the rapid evaluation conducted in Cuba (Rivero et al, 1998), and should be expanded and completed in the future by Dominican specialists.

#### 1.4.3.a) Forests and Forest Formations

The (potential) net primary productivity (NPP) of Dominican forests under current climate conditions denotes a very high productivity in the geographical zone coinciding with the highest amount of precipitation. However, there are areas of very low NPP located to the south of the Central Mountain Range. The NPP of the forest formations will experience momentous changes

throughout the 21st century, but these changes will depend strongly on foreseeable climate changes. The two most contrasting scenarios are those associated with the CSIRO TR and HadCM2 models.

In the scenario associated with the CSIRO model for the year 2050, taking into account the CO<sub>2</sub> fertilization effect at its maximum expected value (BETA = 0.7), the productivity grows to 21.2% in the zone of current maximum values. However, it should be noted that in the zones of lower productivity, the impact of climate change does not change the current situation appreciably.

The scenario corresponding to the HadCM2 model for 2050 represents a drastic decrease in productivity and the end of Dominican forests in the second half of the 21st century. Attention should be focused on the fact that this disappearance of the forests is very different from that predicted by ecologists, environmentalists, and scholars of biodiversity as a result of the direct action of man (land use, intense exploitation, acid rain and other factors.) The difference lies in the fact that in this case we are dealing with the total disappearance of those climate conditions that allow for the potential existence of the forest. This impact could not be avoided by the usual conservation and protection measures that cannot protect the forests from the change in climatic conditions.

The short-term disappearance of the climatic conditions that allow for the existence of Dominican forests, which is equal to drastic changes in the current Holdridge's Life Zones, will not be enough time for the current species to migrate to new areas with more favorable conditions. This will be aggravated by the current fragmentation of the habitat of the ecosystems, as the potential favorable areas may already be occupied by anthropic systems and by the insularity of the Dominican Republic.

Therefore, we should expect in this last scenario a massive mortality of the forests in their current locations. This phenomenon, which is referred to

as "dieback" in the international literature, has been analyzed by other researchers in relation to the tropical and Amazonian forests using scenarios created with the HadCM2 model (UKMO, 1998). This massive mortality will lead to increased CO<sub>2</sub> emissions that will accelerate and intensify climate change at levels not yet contemplated in the scenarios.

### 1.4.3.b) Agricultural Crops

Regarding crops, included are those of temperate climate and a C3 photosynthetic cycle, such as the potato, which has an unlimited growth period, warm climate crops with a C3 photosynthetic cycle, such as rice, and those warm climate crops with a C4 photosynthetic cycle, such as corn. These last two have a limited growth period.

All of these were evaluated both with and without taking into account the CO<sub>2</sub> fertilization effect. The impact parameters used were the potential yield of irrigated lands, the water consumption required to achieve these yields, the time required for flowering in the case of rice and corn, and for the appearance of tubers in the case of potatoes. However, the results are more impacting in the case of the scenarios associated with the HadCM2 model, since in the second half of the next century it will no longer be possible to grow potatoes in the Dominican Republic.

Adaptation to climate change can affect the cultivated area, specific management technology, individual sector of impact, geographical area or nation. In general, adaptation can be achieved only through the application of a series of measures, and not by one isolated measure. It is our view that climate change adaptation, as well as that of mitigation, is a problem of global character.

The adaptation policies in this sector recommend taking into account the development process of the current globalization of the world economy, since not doing so could lead to (socioeconomic) disasters of still greater relevance than even the direct impact of climate change. Furthermore, it should not be expected that simple adaptation

measures will achieve a reversal in the negative impact of climate changes in tropical zones in the case of highly adverse scenarios.

Regarding the adaptation of our forests, these should be protected against indiscriminate exploitation by developing reforestation plans with scientific techniques that guarantee the planting of new woodlands. In areas with the most difficult conditions, it is advisable to employ successive reforestation techniques. Although it is not always economically justifiable, one should keep in mind the possible use of irrigation in forest areas, provided that the availability of water allows it.

#### **1.4.4 Health Sector**

Regarding the annual behavior of malaria in the country, as of 1965 there was a trend toward a reduced number of cases that ended with the close of the decade of the 70s. Later, an increase in the number of cases was maintained at an endemic plateau that has been evident for the last 20 years. The pattern of malaria transmission affects the same group of provinces, as shown on the map for the period 1991-2000. Two areas of the highest risk of transmission are the Sub-region of Yuma in the East and the Western Cibao Sub-region in the Northwest.

In the first, malaria transmission has been related to the cultivation of sugar cane and the intensive construction of tourist facilities, both of which are linked to the strong migration of workers, seasonally for sugar cane and in a concentrated and explosive form for construction, while in the Western Cibao it has been related to the cultivation of rice, other agricultural crops, and the temporary seasonal migration of the labor force.

##### **1.4.4.a) Impact of variability on the behavior of diseases**

For the study of seasonal patterns, the series was subdivided into two sub-periods. One period corresponds to the baseline (1988-1994) and the

other to current conditions (1995-2000), which correspond to the changes observed in the seasonal pattern and the trends discussed in the preceding section.

The trends observed regarding malaria coincide with the regional trends manifested in the climate, which beginning in 1975 highlight changes in precipitation patterns with a tendency toward a decrease along with a slight variation in humidity, as well a warming trend that, although slight and not significant, has already begun to show signs that the region is warming. It is interesting to note that here there is no clear evidence between outbreaks and ENSO event conditions, since in 1999 there was an increase and we were not under ENSO event conditions, but under those of AENSO.

##### **1.4.4.b) Effects of Climate Variability on Diseases**

The results achieved corroborate the hypothesis that climate is a modifying factor in the epidemiological patterns of malaria; in fact, it has been changing them as the climate has changed in the region, where the disease appears during periods that are not very different from each other, with high temperatures and trends toward increased relative humidity as a result of the start of precipitation. These conditions favor the proliferation of pathogens in the appearance of epidemics.

##### **1.4.4.c) Evaluation of Physical Impacts**

There is scientific evidence that demonstrates that the diseases studied in this evaluation are susceptible to the effects of climate change (Ortiz, 1995; Ortiz, 1996, CONAMA, CNCC, 1999; IPK, 1999). Many of the biological organisms and processes linked to the appearance of infectious diseases are particularly influenced by fluctuations in climate variables, especially temperature, precipitation and humidity (McMichael, A.J., and et al, 1996). The regional climate change has altered the pattern in the number of infectious diseases and of diseases produced by food poisoning, among others.



Both climate and diseases show significant changes in the behavior of variability and of epidemiological patterns, respectively, since, beginning with the decade of the 90s, both showed signs of persistence in their variations that could be taken as the first signs of climate change, as well as of a change in the behavior of the diseases and their response to climate variations, that is, a secular (or long term) trend is observed in the evolution of the climate variability in the area studied.

It is possible to develop distinct adaptation strategies for reducing the impact of climate on human health. In general, these measures could be developed both at individual and population levels.

The first measure is common to all targeted levels and refers to maintaining the population informed through educational programs on the risks or events that could arise. This will allow for active participation on the part of the community, providing local solutions that will alleviate some of these effects. For each one of these diseases, specific measures should be identified

or recommended that will allow an impact at the lowest possible cost, in order to obtain the greatest efficiency in reducing the health problems faced by the county in the new century.

This should be achieved by creating an Integrated Surveillance System as part of a national network or system, one that facilitates the prediction of epidemics or the determination of behavior of diseases outside their endemic environment. As a result, there can be a more adequate and rational planning of available resources during contingency periods and a reduction in the effects of the impact of climate change.

Furthermore, a research team should be created to provide knowledge regarding the vulnerability of the epidemiological pattern of malaria to the potential impacts of climate change by region, in those areas or human settlements most likely to be affected by infectious and non-infectious diseases. In this way, resources can be targeted and changes or specific measures can be applied in these areas.



**CAPÍTULO**

# **2**

**CIRCUNSTANCIAS  
GENERALES  
DE LA REPÚBLICA  
DOMINICANA**

## 2.1 CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

<b>2.1.1</b>	Nombre oficial	República Dominicana
<b>2.1.2</b>	Idioma oficial	Español
<b>2.1.3</b>	Área	48,670.82 Km2
<b>2.1.4</b>	Capital	Santo Domingo, Distrito Nacional
<b>2.1.5</b>	PIB total en millones de pesos de 1991	118.84
<b>2.1.6</b>	PIB en millones de dólares de 1991	7,479
<b>2.1.7</b>	PIB per cápita pesos constantes de 1991	16,714
<b>2.1.8</b>	PIB per cápita en dólares corrientes 1991	1,073.4
<b>2.1.9</b>	Participación porcentual del sector industrial en el PIB total 1991	772.0
<b>2.1.10</b>	Participación del sector terciario de la economía en el PIB total 1991	346.2
<b>2.1.11</b>	Superficie destinada a la agricultura	3.59 millones de hectáreas
<b>2.1.12</b>	Población total	7, 293,390 (F: censo p.v. 1993)
<b>2.1.13</b>	Población urbana como porcentaje de la población total	4, 094,263 (56.14 %)
<b>2.1.14</b>	Población rural como porcentaje de la población total	3, 199,127 (43.86 %)
<b>2.1.15</b>	Tasa de crecimiento de la población	2.10 al 1990
<b>2.1.16</b>	Población económicamente activa	2, 556,224 ONE
<b>2.1.17</b>	Índice de analfabetismo	21%
<b>2.1.18</b>	Esperanza de vida	69 años
<b>2.1.19</b>	Países limítrofes	República Dominicana
	Comparte la isla con Haití,	
	Tiene al Este la isla de Puerto Rico y al Noroeste a Cuba.	



## 2.2.- ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS

### 2.2.1 Marco Geográfico

La República Dominicana está situada entre los paralelos 17° 36' y 19° 58' Latitud Norte y 68° 17' y los 72° 00' Longitud Oeste, esto coloca al país al borde de la zona tropical Norte. Tiene una extensión de 48,670.82 Km<sup>2</sup> de los cuales 1,575 Kms. corresponden a la costa, distribuidos 526 Kms. en la costa Norte, 374 Kms. en la costa Este y 675 Kms. en la costa Sur. Al Sur y al Este el país está limitado por el Mar Caribe y al Norte por el Océano Atlántico. Comparte la Isla Española con Haití, ocupando las dos terceras partes y pertenece junto con Puerto Rico, que está situada al Este, Cuba al Noroeste; y Jamaica hacia el Suroeste, al conjunto de las Antillas Mayores del Archipiélago Caribeño.

### 2.2.2.- Los Mares, las Costas y las Áreas Insulares

El borde costero es de 1575 Km<sup>2</sup>, de los cuales 824 Km<sup>2</sup>. corresponden a la costa atlántica y 752 Km<sup>2</sup>. a la costa caribeña; del total, 1,478 Km<sup>2</sup>. pertenecen a la isla y 97 Kms. de costa corresponden a los cayos e islotes. De los 48,670.82 Km<sup>2</sup> de área total del país, el 56.5% corresponde a las provincias costeras y sus numerosos cayos e islotes, o sea, 27,437 Kms.

El área ocupada por los principales ecosistemas costeros marinos en la República Dominicana asciende a 66,160 hectáreas de las cuales 8,940 Has son manglares, 18,600 Has praderas marinas, 13,300 son arrecifes coralinos, y 24,420 Has corresponden a playas.

### 2.2.3.- El Territorio Insular

La República Dominicana presenta un relieve muy variado, que se ilustra por el hecho de que

una sección vertical en la dirección Norte- Sur puede interceptar siete grandes regiones geomórficas, que enumeradas de Norte a Sur, incluyen una llanura costera; la Cordillera Septentrional; un valle correspondiente al Río Yaque del Norte, el más grande del país; la Cordillera Central, macizo montañoso con altura máxima de 3,150 mts. sobre el nivel del mar; inmediatamente al Sur se encuentra el Valle del Río San Juan; la Sierra de Neiba; la Sierra de Bahoruco y una planicie costera en el Litoral Sur. Esta particularidad influye en las condiciones climáticas de la isla.

#### 2.2.4.- Suelos

Los suelos como recurso fundamental en la actividad productiva del sector rural, han recibido atención preponderante durante diferentes etapas. En 1967, la Organización de Estados Americanos (OEA) publicó un mapa de suelos a escala 1:250,000 sobre la naturaleza y la distribución de los suelos en el país. En 1975 la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) financió un amplio estudio en la parte central y occidental de Valle del Cibao que incluía un mapa semi detallado de los suelos.

En los años 80, la Secretaría de Agricultura realizó un inventario semi detallado de los suelos en la parte Oriental del Valle del Cibao, en la Llanura de Azua y el Valle de San Juan utilizando imágenes de satélite e información del Sistema de Inventario y Evaluación de los Recursos Agrícolas (SIEDRA) con asesoramiento de la Universidad Estatal de Michigan. Los suelos fueron clasificados en 7 grupos, de acuerdo a la presencia o ausencia de horizontes como se presenta a continuación:

a) Mollisoles, suelos formado por acumulación de materia orgánica en forma de humus en la capa vegetal. Estos suelos se encuentran en el Valle de San Juan, Llanos de Baní y San Cristóbal, Valle del Cibao Oriental, Rea de Santiago a Navarrete, Valle de Constanza, Jarabacoa y Rancho Arriba.

b) Vertisoles, suelos formados en relieve plano o muy plano, con drenaje impedido y donde se han acumulado arcillas expansibles y cationes bivalentes. Predominan en el Cibao Central, Higüey, Llanura de Pimentel, Nagua, Valle de Bonao, Llanos de Santo Domingo y Bayaguana.

c) Histosoles, suelos formados en relieve muy plano a cóncavo, con pobre drenaje y acumulación de material orgánico de baja descomposición. Se encuentran en el delta del Río Yuna.

d) Aridisoles, son suelos formados en condiciones de extrema sequía donde se acumulan sales solubles y son deficientes en materia orgánica. Se encuentran en el Valle del Cibao Occidental, Llanos y Cerros de Azua y Baní, Llanos y Lomas de la Hoya de Enriquillo.

e) Ultisoles, son suelos profundos formados bajo zonas boscosas de alta precipitación, donde se lavan las sales solubles y se crean condiciones de acidez. Predominan al Nordeste de Bonao, Valle de Villa Altagracia, Cerros de Yamasá a Boya y al Norte, Nordeste y Noroeste de Santo Domingo.

f) Entisoles, son suelos de formación reciente donde no se ha desarrollado un horizonte superficial de capa vegetal poco profunda. Se encuentran en la Llanura del Río Yaque del Norte, Llanura del Río Yaque del Sur, Llanuras de Miches-Sabana de la Mar, Península Sur de Barahona.

g) Inceptisoles, son suelos desarrollados incipientes donde se ha iniciado el proceso de diferenciación del perfil pero sin suficiente evolución. Se encuentran en áreas planas y montañosas como la Sierra de Bahoruco, Cordillera Central, Cordillera Septentrional, Cordillera Oriental, Los Haitises y Península de Samaná.

#### 2.2.5.- Clima

La variabilidad climática está dada por la latitud, insularidad, proximidad a grandes masas de agua y tierra, temperatura de los mares veci-

nos, dominio de los vientos del Este (vientos Alios del Noreste), sistema de presión, relieve de la isla y los huracanes.

Las corrientes ecuatoriales del Norte y del Sur afectan al país debido a sus altas temperaturas y acuosidad, contribuyendo a intensificar esos caracteres en nuestro clima. Por otra parte, nuestra relativa cercanía a Norte América nos pone al alcance de las masas de aire frío que descienden en el invierno por las llanuras centrales de Estados Unidos y que, al llegar a nuestro país, determinan bajas temperaturas y lluvia, fenómeno conocido como "Norte". No menos importante es el variado relieve de la isla, que determina importantes variaciones locales así como grandes variaciones diarias en los distintos elementos meteorológicos; y también los huracanes tropicales que están asociados a fuertes vientos que en ocasiones sobrepasan los 200 Km./h y lluvias torrenciales con intensidad superior a los 500 mm/24 horas, registrándose principalmente de agosto a octubre y afectando mayormente el Suroeste del país.

## 2.2.6 Temperatura

La República Dominicana queda dentro de una isoterma media anual de 25° C. Está suavizada 1.5 ° C respecto a la temperatura que le corres-

ponde en su latitud, debido a la influencia marítima y las brisas. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 17.7° C en Constanza a 1,234 metros de altura y 27.7° C a 10 metros sobre el nivel del mar. A su vez, la temperatura media mensual oscila entre 15.4° en Constanza y 30.6° C en Duvergé a 2 metros sobre el nivel del mar.

La temperatura desciende a medida que asciende el relieve montañoso. La disminución es aproximadamente de 0.5° C por cada 100 metros. Así se explica que Santo Domingo al nivel de mar, tenga una temperatura media anual de 25.6° C y Constanza, a 1,234 metros sobre el nivel del mar, tenga una temperatura media anual de 18° C. Las temperaturas más bajas se registran durante el invierno, pero nunca bajan menos de 15° C. Durante el verano la temperatura alcanza algunas veces los 34° C al medio día.

Aunque la temperatura no presenta gran variación entre los meses más frescos y los más cálidos, las diferencias de humedad atmosférica y la influencia de los vientos hacen que las temperaturas sensibles sean bastantes diferentes, tal como se puede observar cuando se compara la cuenca del río Yuna que tiene un alto índice de humedad, con las regiones áridas de Azua o el Cibao Occidental, que tiene un índice de humedad muy bajo.

**CUADRO No. 1. Promedios de Temperatura, en °C, para Agosto y Enero**

Promedios de Temperatura, en °C, para Agosto y Enero				
Localidad	Elevación (metros)	Promedio		Variación
		Agosto	Enero	
Azua	81	28.5	25.0	3.5
Bayaguana	52	28.2	24.6	3.6
Bonao	172	27.3	22.7	4.6
Constanza	1,234	19.2	15.5	3.7
La Romana	5	27.7	24.0	3.7
Montecristi	15	28.3	23.8	4.5
Monte Plata	49	26.1	21.8	4.3
Polo	1,200	23.0	19.5	3.5
Puerto Plata	6	26.7	22.4	4.3
Santo Domingo	14	27.1	24.0	3.1
San Juan	409	26.4	21.5	4.9
Santiago	222	28.3	23.5	4.8
Villa Rivas	27	27.6	24.3	3.3

### 2.2.7 Lluvia

La media anual de lluvia para todo el pas es de 1500mm, con variaciones que van desde 350 mm en la Hoya de Enriquillo hasta 2,743 mm anuales en la Cordillera Oriental. Es importante sealar que ms de la mitad del pas goza de ms de 100 das de lluvia anual con variaciones que van desde 31 das en Pedernales a 265 das en San Cristbal.

La precipitacin pluvial est determinada por 5 factores:

- a) El relieve
- b) Los frentes polares
- c) La convencin
- d) Los huracanes
- e) Las hondas del Este u hondas Alisias

El relieve o topografa da lugar a lo que se llaman lluvias orogrficas, que se presentan en cuatro lugares del pas: 1) el litoral de la Baha de Saman y Escocesa, desde Cabrera hasta Miches; 2) la vertiente Norte de la Cordillera Septentrional, desde Puerto Plata hasta Gaspar Hernandez, 3) la parte Oriental de la Cordillera Central, desde Jarabacoa hasta San Cristbal; y 4) la

parte Oriental de la Sierra de Bahoruco, al Sur de Barahona.

Los vientos alisios, que vienen cargados de humedad, al encontrar en su trayectoria una montaa se ven obligados a ascender, con el ascenso, el aire hmedo se enfra y viene la condensacin, es decir la lluvia orografa que slo se produce del lado de la montaa que da a barlovento; y en el lado opuesto o sotavento las precipitaciones son escasas.

La causa de la aridez del Valle del Ro Yaque del Norte (Lnea Noroeste) es precisamente su situacin Noroeste —Sudeste de la Cordillera Septentrional. Esta cordillera corta la corriente hmeda de los alisios y produce un paisaje semidesrtico. La aridez de Azua, Neiba y Pedernales con su tpica vegetacin serfila se debe a la misma causa.

La temporada ciclcnica de junio a octubre en las Antillas, provoca periodos lluviosos en parte o en todo el pas.

A continuacin, en el siguiente cuadro se presentan los datos pluviomtricos anuales de algunas ciudades.

**CUADRO No. 2. Datos pluviomtricos anuales de algunas ciudades.**

Localidad	Elevacin (metros)	Total anual			
		Media	Mxima	Mnima	Das
Azua	81	665.3	1843.0	242.5	53.3
Bayaguana	52	1798.1	2338.1	1241.9	118.4
Bonao	172	2167.0			151.5
Constanza	1,234	1037.5	1516.8	679.0	103.7
La Romana	5	1079.7	1852.6	519.0	139.2
Montecristi	15	680.0	1061.2	367.2	66.8
Monte Plata	49	1889.0	2476.4	1287.1	127.7
Polo	1,200	2269.2	4241.6	1166.4	147.5
Puerto Plata	6	1815.7	2808.2	1287.1	127.1
Santo Domingo	14	1393.9			138.5
San Juan	409	979.1	1736.9	523.7	94.8
Santiago	222	986.7			111.8
Villa Rivas	27	2222.0	4238.0	926.2	138.3



**CUADRO No. 3. Promedio de Horas diurnas por mes.**

Latitud	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
18°	11.10	11.34	12.02	12.33	12.54	13.13	13.06	12.45	12.14	11.45	11.17	11.04
19°	11.12	11.53	12.02	12.57	13.02	13.27	13.17	12.78	12.25	11.72	11.25	11.00
20°	11.03	11.30	12.01	12.36	13.05	13.20	13.14	12.49	12.16	11.42	11.11	10.56

### 2.2.8 Duración del día, insolación y nubosidad

La duración del día oscila entre 11 y 13 horas, dada nuestra latitud o cercanía del Ecuador. El cuadro anterior muestra la duración promedio del día para cada mes, en los paralelos 18, 19 y 20 de latitud Norte.

La insolación (número de horas con sol brillante) oscila entre 6 horas, para diciembre-enero, a 7 horas, para marzo-agosto, y la insolación media anual es de un 50% de la posible.

Las variantes estacionales de nubosidad muestran una máxima doble, en mayo-junio y en septiembre-octubre, siendo la primera más pronunciada. En la región montañosa el porcentaje más bajo de nubosidad ocurre entre diciembre y abril. El porcentaje de nubosidad diurna varía considerablemente pero, por lo general es mayor entre las 4 y las 6 de la tarde.

### 2.2.9 Vientos

El régimen de vientos puede descomponerse en dos partes: una debida a la circulación media o general en la estructura de la atmósfera (vientos alisos), y otra a perturbaciones locales de cada región (brisas) y también tener en cuenta las variaciones estacionales.

Los vientos Alisios predominan todo el año sobre la isla y se sienten más en la zona montañosa, la Brisa mar-tierra se manifiesta durante el día y la noche en la zona costera, idealmente comienzan a las 10 a.m. como consecuencia de la diferencia de temperatura entre la tierra y el mar, y las Brisas valle-montaña, también se producen a lo lar-

go de todo el año. Cuando el aire caliente de las laderas se eleva (siendo sustituido por el más fresco del valle) se va enfriando, llegando a formar nubes sobre la parte alta de las montañas.

### 2.2.10 Tormentas tropicales

Son fenómenos meteorológicos complejos, caracterizados por sus fuertes vientos, lluvias torrenciales, y sus efectos destructores. Su área de formación varía a lo largo de la temporada ciclónica, estando siempre muy cerca del Ecuador: del Golfo de México y Caribe Occidental hasta la isla de Cabo Verde en África.

La costa Sur es la región más afectada, recibiendo el 67% de los ciclones que tocan a la República Dominicana, dada su situación en la trayectoria de los ciclones formados al Este de los 70° Oeste y bajo los 20° Norte, que son los que más afectan al país. Para mayor información ver mapa de trayectoria de Huracanes.

La temporada ciclónica oficial para República Dominicana, como para todo el Caribe, comienza el 1 de junio y termina el 1 de noviembre (período de 5 meses) siendo septiembre y octubre los meses en que ocurren los más importantes.

### 2.2.11 Hidrología y Recursos Hídricos

En el país se localizan las masas de aguas interiores más grandes y numerosas del Caribe con 270 sistemas lentiscos, los de mayor extensión son Lago Enriquillo con 256 Km<sup>2</sup>, las Lagunas de Cabral con 30 Km<sup>2</sup> y la de Oviedo con 28 Km<sup>2</sup> y 108 cuencas hidrográficas, siendo las más grande la Cuenca Río Yaque del Norte con 7,050 Km<sup>2</sup>, Río Yuna con 5,070 Km<sup>2</sup> y el río Yaque del Sur con 5,340 Km<sup>2</sup> de superficie, que son apro-

vechadas para irrigación, agua potable y generación de energía eléctrica.

En territorio dominicano las aguas superficiales y subterráneas, en su condición natural, son aptas tanto para el abastecimiento humano como para el riego, a pesar de tener cierta dureza por la concentración de sales de calcio y de magnesio.

La disponibilidad de agua superficial se estima en 20,000 millones de mts<sup>2</sup> (promedio anual) y la de agua subterránea en 1,500 millones de mts<sup>2</sup>, pero conviene hacer notar que las unidades de planeamiento Yaque del Norte, Yaque del Sur, Ozama, Nizao y Barahona presentan características deficitarias en la mayoría de los balances estudiados para la situación actual y futura.

La precipitación media anual del país de 1,500 mm produce un volumen de escurrimiento medio anual de 73.0 mil millones de metros cúbicos, de los cuales 51.0 mil millones de metros cúbicos son evapotranspirados. De los 22.0 mil millones de mts<sup>2</sup> restantes, aproximadamente 19.0 mil millones de mts<sup>2</sup> se convierten en escorrentía superficial y los restantes 3.0 mil millones de mts<sup>2</sup> pasan al subsuelo en forma de recarga a los acuíferos.

Partiendo de estas cifras, podemos decir que tenemos agua suficiente para las generaciones presente y futura, siempre y cuando se haga un uso más eficiente de la misma y no se altere significativamente su calidad, que es un aspecto de preocupación a nivel mundial.

De acuerdo al inventario realizado por el Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (INAPA), en julio de 1992 se tenían en operación 330 acueductos, de los cuales 31.5% estaban localizados en la zona urbana y 68.5 % en la zona rural. De estos acueductos, el 64.5 % era de tipo de captación por bombeo, el 33 % por gravedad y 2.5% era mixto.

La capacidad de potabilización, medida a través de 132 plantas de tratamiento, llegaba a los

14,135 litros por segundo. Cerca del 97% de las plantas pertenecían a INAPA y de ellas 44% era de filtración rápida y 56% de filtración lenta.

Entre el 27 y 30 % de la población tiene acceso al sistema de alcantarillado sanitario. La carencia de este servicio ha originado soluciones particulares que provocan la contaminación de los acuíferos.

Respecto al agua de riego, en el país operan 146 sistemas que cubren 254 mil hectáreas, que representan el alrededor del 28% de la superficie nacional con aptitud para riego. En 1991 había en operación 1,052 Km. de canales de drenajes, principalmente primarios y secundarios, en un área de influencia de 92 mil hectáreas.

## 2.2.12 Hidrografía

La orientación de las cordilleras y valles de la República Dominicana define los principales sistemas hidrográficos, los cuales se indican a continuación:

- Zona de la Sierra de Bahoruco: Ríos Pedernales y Nizao con 2814 Km<sup>2</sup> de cuenca hidrográfica.
- Zona de Azua, Baní y San Cristóbal: Ríos Haina, Nigua, Nizao, Ocoa y Baní, con cuenca hidrográfica de 4460 Km<sup>2</sup>.
- Cuenca del Río Ozama: Con cuenca hidrográfica de 2,706 Km<sup>2</sup>.
- Zona de San Pedro de Macorís y La Romana: Ríos Chavón, Dulce, Soco, Cumayasa y Macorís, con cuenca de 4,626 Km<sup>2</sup>.
- Zona de Higüey: Con 2,207 Km<sup>2</sup> de cuenca.
- Zona de Miches y Sabana de la Mar: Pequeños ríos con 2,265 Km<sup>2</sup>.
- Zona costera del Norte: Ríos Boba, Nagua, San Juan, Yásica, Bajabonico y otros afluentes, con 4,268 Km<sup>2</sup>.
- Cuenca del Río Yuna: Ríos Jima, Camú, Yuna, con 5,630 Km<sup>2</sup>.
- Hoya del Lago Enriquillo: Ríos Guayabal, las Damas, Margarita, Barrero, Los Pinos, con 3,048 Km<sup>2</sup>.
- Cuenca del Río Artibonito: Ríos Macasias, Artibonito con 2,643 Km<sup>2</sup>.
- Cuenca del Río Yaque del Norte: Con 7,053 Km<sup>2</sup>

**CUADRO No. 4. Diversidad, endemismo y especies amenazadas en plantas y vertebrados terrestres de la República Dominicana.**

Taxa	Número de Especies				Endémicos	Número de Especies Amenazadas	
	Total	Nativas	Endémicas	Introducidas	% de endémicas	Categorías IUCN	% con situación poblacional crítica
Plantas	5,657	¿	1,800	± 10%	36	137	4.4%
Mamíferos	32	20	2	12	10	2	100
Aves	296	285 <sup>1</sup>	26	11	9.1	24	1
Reptiles	146	144	138	2	94.5	27	22
Anfibios	65	63	63	2	100	¿	¿

<sup>1</sup> Dentro de las aves "nativas" se incluyen aquí, las especies residentes permanentes, residentes estacionales que anidan, migratorias no andantes, así como las pasajeras. Calculado como el porcentaje de especies endémicas del total de las especies nativas. Fuentes: Loigier (1978); SEA/DVS (1990); Hartshorn, et al. (1981); Keith et al. (en Prep.); Club de Observadores de Aves A. Dod (1998); Hedges (1996); Ottenwalder (datos inéditos); Powel et al., (en prensa).

## 2.3.- LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, LAS COBERTURAS VEGETALES Y LOS ECOSISTEMAS

La República Dominicana se caracteriza por extensas áreas de tierras altas y montañosas (56% del área total) interrumpidas por valles fértiles, que dividen al país en bioregiones definidas, que comprenden una gran variedad de ecosistemas, desde el rango topográfico más bajo (40 metros por debajo del nivel del mar en el Lago Enriquillo, el sistema hipersalino más grande de las Antillas) hasta las más encumbradas elevaciones del Caribe insular (3,200 metros sobre el nivel del mar, el Pico Duarte).

Ocupamos el segundo lugar en riqueza de biodiversidad, dentro del marco geográfico del Caribe insular, con un alto grado de endemismo de las especies tanto en la flora como en la fauna, pero también existe una fragilidad en algunos sistemas.

Actualmente se conocen un total de 296 especies en la avifauna, representando el 9.1 % de endemismo, la flora abarca unas 1,800 especies para ocupar 36% del endemismo, y los reptiles y anfibios alcanzan en la isla la mayor radiación y especiación y su endemismo es de 94.5 y 100%, respectivamente.

A pesar del potencial ecológico, social y económico que ésta representa, se reconoce ampliamente que los conocimientos actuales acerca de la biodiversidad nativa son limitados.

### 2.3.1.- Ecosistemas Boscosos y sus Unidades de Coberturas Vegetales

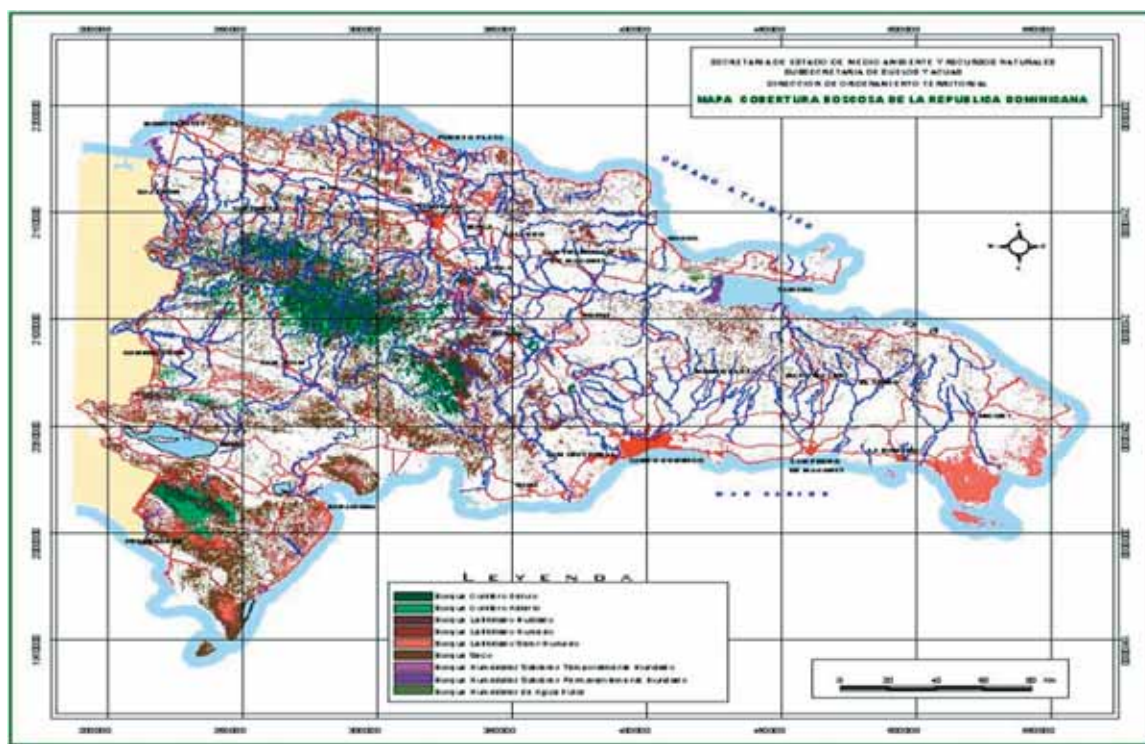
Distintos estudios y diferentes medidas usadas en el país para determinar la masa boscosa han dificultado determinar con precisión cuál es nuestra real área de bosque.

El último estudio realizado en base a imágenes de satélite, realizado por el Departamento de Inventario de Recursos Naturales en el año 1998, nos da una idea de la situación actual de los bosques nativos, como se explica a continuación: El inventario forestal indica que existe una superficie de 13,266.06 Km<sup>2</sup> cubierta de bosques, lo que representa el 27.5% del territorio nacional. La categoría de bosques incluyen conífero, latifoliado, bosque seco, y manglares (Mapa No. 2, muestra la cobertura vegetal).

La cobertura de cada uno de estos tipos de bosques es como sigue:

- El bosque de conífero, cubre un área de 3,025 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 22.8 % del área boscosa nacional.
- El bosque latifoliado, representa el 47.5 % de las categorías de bosques existentes en el país, con un área de 6,306 Km<sup>2</sup>.
- El bosque seco tiene una cobertura de 3,677Km<sup>2</sup>, que corresponde al 27.8% del total.
- El bosque de manglares cubre una extensión de 256.95 Km<sup>2</sup>, equivalente al 1.9 % del área boscosa nacional.

MAPA No. 2, Cobertura Boscosa de la República Dominicana



CUADRO No. 5. Cobertura de Bosques Nativos por Categorías y otros Usos de la Tierra

Categorías	Categorías Área en Km <sup>2</sup>	% total áreas boscosas
BOSQUE CONÍFERO	3,025.45	22.8
Bosque Conífero Denso	1,946.35	
Bosque Conífero Abierto	1,079.10	
Bosque Latifoliado	6,306.27	47.5
Bosque Latifoliado Nublado	1,104.87	
Bosque Latifoliado Húmedo	3,151.88	
Bosque Latifoliado Semihúmedo	2,049.52	
Bosque Seco	3,677.39	27.8
BOSQUE DE HUMEDALES	256.95	1.9
Bosque de Humedales Salobres Temporalmente Inundados	19.60	
Bosques de Humedales Salobres Permanentemente Inundados	192.55	
Bosques de Humedales de Agua Dulce	44.8	
SUBTOTAL	13,266.06	100.0
% Área Boscosa Nacional		27.5
MATORRALES	6,810.17	
Matorrales Latifoliados	3,033.28	
Matorrales Secos	3,723.79	
Matorrales de Humedales Salobres	53.10	

## CONT. CUADRO No. 5

Categorías	Categorías Área en Km <sup>2</sup>	% total áreas boscosa
SABANA	182.68	
Sabana de Humedales Salobres	93.28	
Sabana de Humedales de Agua Dulce	19.79	
Sabana de Pajón	69.61	
OTROS USOS	27,965.96	
Vegetación de Agua Dulce (Eneal)	17.47	
Escasa Vegetación y/o Áreas Erosionadas	1,306.40	
Áreas Agropecuaria y otro Tipo de Cobertura	26,642.09	
TOTAL	48,224.91	

### 2.3.2.- Ecosistemas no Boscosos

Un análisis CEPAL-IICA (1977) indica que la República Dominicana se encuentra entre los países de Latinoamérica y el Caribe con mayor proporción de praderas permanentes, con un 43.2 % en 1994. El análisis de uso actual y potencial de los suelos y de uso de sistemas de producción permite concluir, entre otros aspectos, que uno de los grandes desafíos para el aprovechamiento potencial agropecuario lo será la incorporación de los terrenos dedicados a la ganadería a la producción agrícola.

De la vegetación no boscosa, matorral y sabanas, el Matorral latifoliado ocupa un área de 3,033.28 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 6.29 %; el Matorral seco tiene un área de 3,723.79 Km<sup>2</sup> para un 7.72 %; y la Sabana de Pajón que ocupa un área de 69.61 Km<sup>2</sup>, representando el 0.14 %.

### 2.3.3.- Ecosistemas Acuáticos Continentales

La orientación de las cordilleras y valles define los principales sistemas hidrográficos del país, formados por ríos, lagos, lagunas, y embalses de presas. En la República Dominicana existen 35 ríos, que hacen un gran aporte de agua para consumo y la agropecuaria nacional, entre los ríos más importantes podemos citar: el Yaque de Norte, el Yaque del Sur, el Yuna, el Ozama, el Soco y otros.

Las lagunas y lagos, ya sean de agua dulce o salada, vienen a ser importantes cuerpos de agua que presentan una gran diversidad biológica, y sirven de refugio a especies de aves nacionales y migratorias que anualmente nos visitan, a peces, cocodrilos y otras especies vegetales y animales. Entre los más importantes podemos citar: Laguna Perucho o Grande, Laguna de Bávaro, Laguna de Cabral, Laguna Redonda y Limón, Laguna Gri-Gri (le penetra agua del Océano Atlántico) y el Lago Enriquillo.

Las presas ascienden a 18 en total, de las cuales 10 atienden la demanda de agua para consumo humano, irrigación de tierras agrícolas y producción de energía eléctrica, permiten controlar las crecidas y constituyen centros de atracción turística. Estas presas pueden almacenar 2,178 millones de metros cúbicos de agua, el área que se irriga con caudales regulados asciende a 62,614 hectáreas, que pueden extenderse a 201,389 hectáreas.

### 2.3.4.- Agro Ecosistemas

Las políticas de tenencia, uso y acceso a la Tierra influyen de manera determinante el manejo y sostenibilidad de los recursos naturales y el medio ambiente. Se estima que alrededor del 55% de las tierras del país poseen vocación forestal o de vida silvestre. Según estimaciones, el área que cuenta con cubierta de bosque es de 13,800 Km<sup>2</sup> (1,380,000 ha) y el área con poten-

cial agrícola se estima en un 33%; las actividades agropecuarias ocupan más de la mitad del territorio nacional, los datos más recientes indican que el área total dedicada a actividades agrícola y pecuaria asciende a 25, 753 Km<sup>2</sup>, o 53.4% de la superficie total. Con respecto a lo estimado en 1980, unos 26,583 Km<sup>2</sup>, que es el 55.8 %, se observa una ligera disminución de 832 Km<sup>2</sup> que no es tan significativa.

Parte de los terrenos de ladera (clase IV) están dedicados a cultivo permanente: cacao y café. Entre los cultivos intensivos, el área dedicada al cultivo de la caña de azúcar muestra una tendencia descendente, de un 8.8% en 1980, a un 7.7% en 1996.

### 2.3.5 Ecosistemas Marinos y Costeros

Los bordes de costa de la República Dominicana se extienden unos 1,570 kilómetros, de los cuales 824 Kms corresponden a la costa atlántica y 752 Kms a la costa caribeña, de este kilometraje total 1,473 corresponden a la Isla y 97 Kms a su cayos e islotes. Los bordes costeros y sus numerosos cayos e islas ocupan una extensión de 27, 437 Km<sup>2</sup>, que representan el 56.3 % del área total del territorio nacional, que es de 48,730 Km<sup>2</sup>.

De la población total, el 64 % está asentado en la zona costera, lo que equivale a 5 millones de personas. La plataforma insular es muy estrecha, con 5.3 Kms de ancho en promedio, la superficie de esta plataforma es aproximadamente de 8,000 Km<sup>2</sup>, equivalente al 16.5 % del territorio nacional. (Marcano 2000).

La información existente de los ecosistemas de la zona costera es heterogénea y dispersa, a pesar de existir una revisión importante. El Fondo Pro Naturaleza (PRONATURA) en 1993, ofreció el primer diagnóstico integrado del área marino costera. Más tarde, el Centro de Investigación de Biología Marina (CIBIMA), de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), en 1994 ofreció un resumen del uso, impacto y ecosistemas marino y costero y clasificaron la biodiversidad en 1,231 especies debajo de 35 grupos taxonómicos.

Más tarde, en 1998 Ottenwalder, Herrera, y Bencourt modernizaron los conocimientos de la biodiversidad nacional, ofreciendo nueva información de nuestros ecosistemas, identificando 2,788 especies de 49 grupos taxonómicos. Los ecosistemas más significativos del área marina costera de la República Dominicana incluyen: Estuarios, lagunas costeras, costas rocosas, pastos marinos, bancos oceánicos, playas de arenas, pantanos y arrecifes coralinos. Siendo los tres últimos en la lista los más vulnerables a los impactos del calentamiento global.

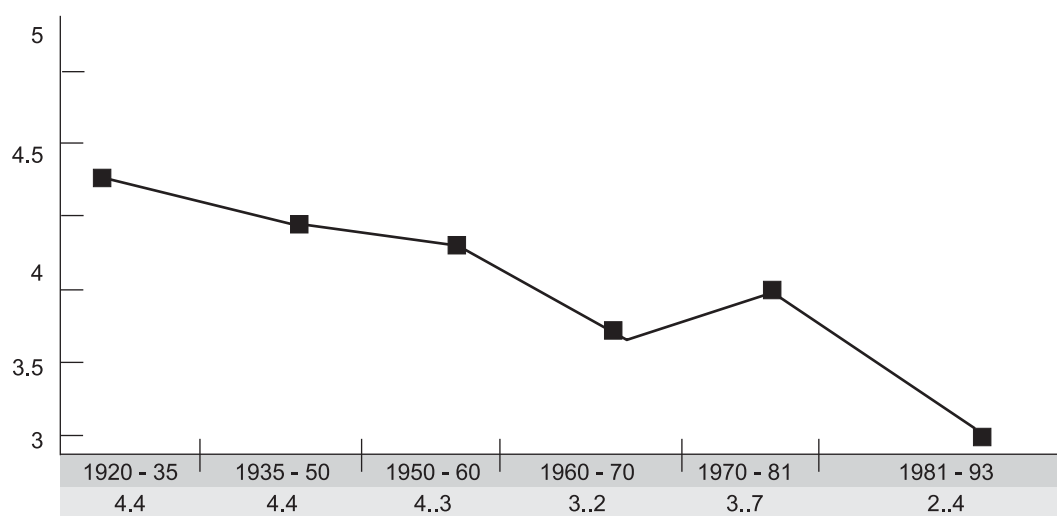
Dentro del patrón de distribución de los corales en el área costera de la República Dominicana, donde estos alcanzan un gran desarrollo, están las plataformas de Montecristi, Bavarian y Flints de la región de Samaná, debido a la configuración semi cerrada de la bahía, conjuntamente con la contribución del flujo de agua de los Ríos Yuna y Barracote que imponen una condición típica de estuario en una gran extensión (Ferrera et al; 1990). Las especies de coral que sostienen los arrecifes en esta región alcanzan un gran desarrollo y diversidad, lejos de la sedimentación y la turbidez.

Las playas de la región Este del país, principalmente en Bávaro y Punta Cana, las arenas son de formación coralina y de color blanco. En la costa de la región Sur las arenas de las playas son de origen aluvial, conteniendo una gran cantidad de grava y su coloración varía de amarilla a gris. En las zonas costeras Norte, Nordeste y Noroeste tenemos playas tanto de origen coralino como arenosas.

## 2.4 POBLACIÓN

### 2.4.1 Aspectos Demográficos

En la actualidad, la República Dominicana tiene una población estimada en 8 millones de habitantes, incrementándose la concentración poblacional en las ciudades principales como Santo Domingo, Santiago, San Cristóbal, La Vega, Duarte, San Juan; Puerto Plata, Espalliat, El Seybo, y Peravia. Entre 1920 y 1993, la pobla-

**GRÁFICA No. 1.** Crecimiento promedio anual de la población del país 1920-1993

ción del país se multiplicó por ocho, pasando de 894,665 a 7,293,390 habitantes. En el período 1981 - 1993 se registró la tasa de crecimiento más baja de 2.4 %. En otros períodos intercensales, a excepción del comprendido entre 1960-1970, el incremento anual registrado había sido superior a 3%.

En término de localización espacial, la ciudad de Santo Domingo presenta el mayor crecimiento y la mayor densidad poblacional de 1,565.6 habitantes por Km<sup>2</sup>, con relación a los diez centros más poblados señalados más arriba, la población de la ciudad capital pasó de un 20 % en 1970 a un 30% en 1993.

La población de la ciudad de Santiago, segunda en población, mantiene una proporción constante de 9.6%, 9.7 % y 9.8% para los períodos censales 1970, 1981, 1993.

## 2.4.2 Diversidad Étnica y Cultural

Los mulatos, que son una mezcla de descendencia de europeos y africanos ocupan el 75 % de la población, seguido por los blancos que ocupan el 15 % y están representados por puro españoles, libaneses y judíos alemanes, los negros africa-

nos acupan el 10 %, otras razas étnicas extranjeras incluyen chinos y japoneses.

## 2.4.3 Indicadores de Desarrollo Humano

El desarrollo humano es un proceso participativo, donde el ser humano es participante y beneficiario del mismo. Así, el verdadero desarrollo humano es aquel que se define como desarrollo de las personas, por las personas y para las personas.

Los que trazan la política económica en la República Dominicana están cada vez más preocupados por el impacto de sus decisiones sobre la distribución del ingreso y el bienestar de los más necesitados. De acuerdo al Índice de Desarrollo Humano (IDH) de las Naciones Unidas, el país muestra un IDH medio, ocupando el lugar 87, con un índice de 0.729.

El descenso ocurrido en el IDH para el período 1990-1993 la pasar de 0.699 a 0.586 no es más que el reflejo del empeoramiento de las condiciones de vida que sufrió la población dominicana durante el período 1986-1990, debido a un fuerte incremento de la inflación, y a un programa de servicio social muy pobre

que estaba siendo ejecutado por la administración de turno.

La política de estabilización iniciada en 1991, así como en conjunto de reformas estructurales que la acompañó, permitió un fuerte descenso de la inflación y una notable expansión económica, que se reflejaría más tarde en la recuperación del valor del IDH en 1995. Uno de los grandes principios del desarrollo humano es la existencia de igualdad de oportunidades para todas las personas de la sociedad, sin importar su sexo, raza y creencias.

El disfrute de los derechos humanos por hombres y mujeres en igualdad de condiciones es un principio universal, aceptado y reafirmado por la declaración de Viena de 1993, aprobado por 171 países, entre ellos la República Dominicana. Ocupando, a

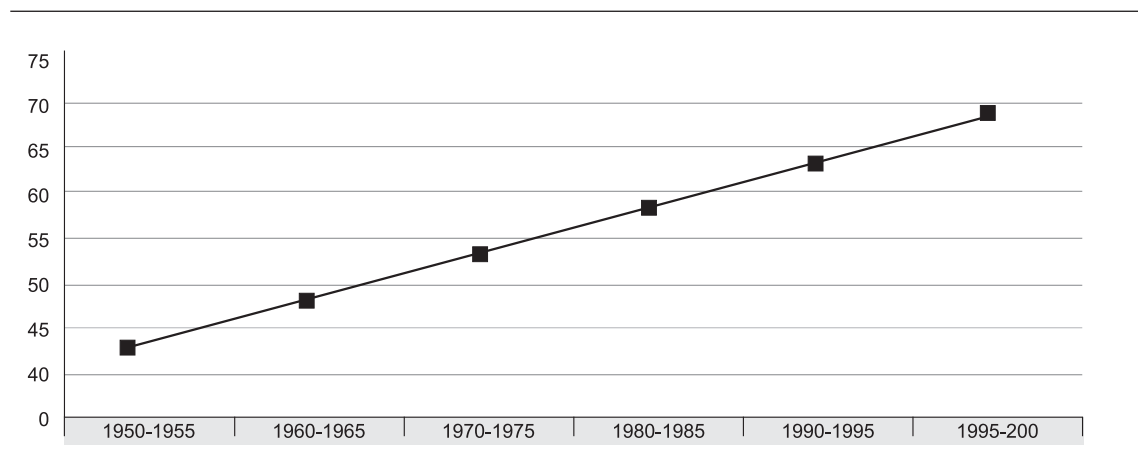
partir de 1995, la incorporación de género dentro de la agenda nacional un sitio importante.

### 2.4.4 Esperanza de Vida

De acuerdo IDH del año 2000 la esperanza de vida para la mujeres era de 73.3 años y para los hombres de 69.2 años. Pero si consideramos las estimaciones del Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE), la tasa bruta de mortalidad general del país disminuyó de 20.3 por cada mil habitantes durante el período 1950-1955, hasta 5.28 por cada mil habitantes en el período 1995-2000.

Por otro lado, la tasa de mortalidad infantil, que para el período 1950-1955 se estimó 149.4 por cada mil nacidos vivos, estimándose 33.57 para el período 1995-2000 por cada mil nacidos vivos.

**GRÁFICA No. 2.** Esperanza de Vida al Nacer (en años)



**CUADRO No. 6. ESTADÍSTICAS SOCIALES**  
(Fuente: Desarrollo Humano R. D. 2000 PNUD)

Desarrollo Humano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)</b>							
Valor del IDH	0.586	0.638	0.705	0.701	0.718	0.720	0.726
Posición en IDH	97	96	96	87	87	88	88
<b>ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO RELATIVO AL GÉNERO</b>							
Valor del IDG	n.d.	n.d.	0.590	0.641	0.658	0.662	0.716
Posición del IDG	n.d.	n.d.	69	71	75	81	75
<b>DEMOGRÁFICAS</b>							
Población Total (millones)	7.6	7.8	7.9	8.0	8.2	8.8	8.3



## CONT. CUADRO No. 6

Desarrollo Humano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>EMPLEO</b>							
Tasa de Desempleo %	19.9 %	16.0 %	15.8 5	16.7 %	16.0 %	14.4 5	13.8 5
<b>POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE</b>							
<b>ACTIVA (PEA)</b>	3,015,946	2,857,210	2,852,737	2,964,972	n.d.	n.d.	n.d.
<b>POR RAMA</b>							
<b>DE ACTIVIDAD</b>	3,015,946	2,857,210	2,852,737	2,964,972	n.d.	n.d.	n.d.
Agricultura y Ganadería	420,629	354,178	365,047	371,323	n.d.	n.d.	n.d.
Explotación de Minas	8,936	9,776	11,337	9,365	n.d.	n.d.	n.d.
Industria Manufacturera	492,709	499,423	498,893	500,040	n.d.	n.d.	n.d.
Electricidad, gas y agua	18,799	19,089	16,584	15,255	n.d.	n.d.	n.d.
Construcción	115,944	117,600	128,705	138,785	n.d.	n.d.	n.d.
Comercio	602,254	595,966	604,098	624,323	n.d.	n.d.	n.d.
Transporte	146,491	168,743	183,974	198,717	n.d.	n.d.	n.d.
Hoteles, Bares y Restaurantes	689,181	722,334	709,127	735,460	n.d.	n.d.	n.d.
Intermediación Financiera	74,273	96,221	96,998	106,323	n.d.	n.d.	n.d.
Otros Servicios	446,730	273,880	237,974	265,381	n.d.	n.d.	n.d.
<b>ÍNDICE DE POTENC. GÉNERO</b>							
Valor del IPG	n.d.	n.d.	0.412	0.422	0.424	0.424	0.582
Posición del IPG	n.d.	n.d.	37	48	46	58	25

## 2.4.5 Acceso a la Educación

La población dominicana presenta un elevado nivel de analfabetismo, aun cuando este se ha ido reduciendo desde 1960. De hecho, la tasa de analfabetismo en 1960 era de 35.5%, mientras que en 1993 esta tasa se situó en 19.3%.

Fuentes más recientes estiman que 15.6 de cada 100 dominicanos de 15 años y más no saben leer ni escribir. La tasa de analfabetismo es tres

veces mayor en la zona rural, alcanzando el 25.6% con relación a la zona urbana que es de 9.9 %. Para el año 1990 las personas letradas con 15 años y más alcanzaban el 83.3%.

## 2.4.6 Cobertura de los Servicios Públicos

El acceso a los servicios públicos es limitado para los hogares pobres, que no disponen del capital humano ni físico necesario para alcanzar un nivel de vida digno. El 45 % de los hogares po-

CUADRO No. 7. Porcentaje de iletrados según edad

Edad(años)	Censo 1960	Censo 1970	Censo 1981	Censo 1993
15-16	17.4	22.3	16.2	10.4
20-24	22.1	19.7	19.1	14.1
25-34	28.4	25.0	21.8	14.4
35-44	42.0	36.2	27.1	19.5
45-54	51.7	48.5	37.7	21.9
55-64	64.0	54.4	49.8	32.8
65 y más	73.2	65.8	60.9	51.6
Total	35.5	32.5	27.0	19.3

Fuente: Oficina Nacional de Estadística

bres no dispone de instalación de agua potable conectada a la red pública.

Esta precariedad se complementa con que el 64.8 % de los hogares en situación de pobreza tienen la letrina como fuente de eliminación de excretas, también el 64.2 % de los pobres no recibe servicio de recogida de basura de parte de los ayuntamientos locales, viéndose obligados a quemarla, lo que provoca incremento de enfermedades respiratorias. Por otro lado, el servicio de energía eléctrica es bastante generalizado en la República Dominicana y 80 de cada 100 hogares tienen energía eléctrica.

#### 2.4.7 Necesidades Básicas Insatisfechas y Pobreza

La República Dominicana tiene como reto reducir la pobreza, y el actual Gobierno constitucional está dedicando un mayor porcentaje de sus ingresos a combatir este flagelo común de los países en vía de desarrollo. En el país, más de dos millones de dominicanos viven en hogares con ingresos per cápita inferiores a la línea de pobreza de US\$60.00 mensuales.

En el período 1986-1989, el salario mínimo real se redujo en un 17.8%, lo que provocó una disminución del ingreso medio de los hogares, aumentando la incidencia de la pobreza. En cambio, durante el período 1989-1992, el salario mínimo real se elevó un 8.5%, reduciéndose la incidencia de la pobreza para este período.

Durante el período 1992-1998, el salario mínimo real ha presentado un incremento ascendente, llegando a situarse en 1998 en 16.5 %, mientras que el ingreso medio de los hogares se incrementó en un 24.8%, reduciéndose la incidencia de la pobreza para este período.

## 2.5 MARCO LEGAL, INSTITUCIONAL Y POLÍTICO

### 2.5.1 Ley de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Con la promulgación de la Ley 64-00, que crea la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se establecen las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, asegurando su uso sostenible, donde el Estado dominicano dispondrá la incorporación de los costos ambientales y el uso de los instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración de daños al medio ambiente y para la conservación de los recursos naturales.

La política nacional sobre medio ambiente y recursos naturales deberá fundamentarse y respetar los principios establecidos en la presente ley y conforme con los compromisos internacionales contraídos por el Estado dominicano, como son las siguientes resoluciones del Congreso Nacional, que tienen que ver con la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible y que son posterior a la Ley 64-00.

**CUADRO No. 8. Características de los hogares pobres**

Características	Porcentajes de Hogares
No tiene instalaciones de agua corriente conectada a la red pública	45.0
Letrinas como fuente de eliminación de excretas	64.8
Eliminación de basura por otro medio distinto al ayuntamiento	64.2
Quema de basura	35.9
No está conectado a fuente de energía eléctrica pública	20.7
Piso de tierra	16.0
Pared exterior de madera o tabla de palma	49.1
Techo de Zinc	75.5

Fuente: Banco Central de la República Dominicana 1998

- No. 59-92 del 8 de diciembre de 1992, que aprueba el Convenio de Viena para la protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.
  - No. 25-96, del 2 de octubre de 1996, que aprueba el Convenio sobre Diversidad Biológica, suscrito por el Estado dominicano y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo “Cumbre de la Tierra”, en Río de Janeiro, Brasil, en fecha 5 de junio de 1992;
  - No. 99-97, del 10 de junio de 1997, que aprueba la adhesión de la República Dominicana a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por la sequía grave o desertificación, de fecha 17 de junio de 1994;
  - No. 182-98, del 18 de junio de 1998, que aprueba el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, suscrito en fecha 9 de mayo de 1992, entre la ONU y sus Estados Miembros;
  - No. 247 de 1998, mediante la cual se ratifica el Convenio Internacional para la Prevención de Descargas de Desechos por Buques (MARPOL 73/78);
  - No. 359-98, del 15 de julio de 1998, que aprueba el Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino en el Gran Caribe (Convenio de Cartagena).
- Existen otras muchas leyes y resoluciones de la década de los 1960-1970 que versan sobre protección y conservación del medio ambiente y la biodiversidad.

### **2.5.2. La Constitución del 1966 y el Medio Ambiente de República Dominicana**

La Constitución de 1966 representa, en el proceso de evolución de nuestro ordenamiento sustantivo, la de mayor tiempo de vigencia de las treinta y cuatro enmiendas que le precedieron, al regular la

actividad del Estado dominicano y sus administrados por casi tres décadas. Durante la vigencia de esta Constitución se promulgaron leyes con miras a la conservación y manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, como son:

- No. 305, del 23 de mayo de 1968, que establece una zona marítima de 60 metros de ancho en costas, playas, ríos, lagos y lagunas del territorio dominicano.
- No. 487, del 15 de octubre del 1969, de Control de la Explotación y Conservación de las Aguas Subterráneas.
- No. 123 del 10 de mayo de 1971, que prohíbe la extracción de los componentes de la corteza terrestre llamados arena, grava, gravilla y piedra.
- No. 146, del 4 de junio 1971, la Ley Minera de la República Dominicana.
- No. 67, del 29 de octubre de 1974, que crea la Dirección Nacional de Parques.
- No. 632, del 28 de mayo de 1977, que prohíbe el corte o tala de árboles o matas, en cabeceras de ríos y arroyos que nutren cuencas hidrográficas en todo el país.
- No. 295, del 28 de agosto de 1985, que declara de alto interés nacional incluir en los programas de educación nacional la necesidad de conservar los recursos naturales del país.

### **2.5.3.- Institucionalidad Ambiental**

Con la creación de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mediante la promulgación de la Ley 64-00, se da un paso gigante por parte del Estado dominicano para que el medio ambiente y los recursos naturales que son un conjunto de bienes comunes y esenciales para la sociedad, no sólo sean protegidos para evitar que se agoten, deterioren o degraden, por el Estado sino también por los gobiernos municipales y cada ciudadano, para ser aprovechados racionalmente y ser disfrutados por las generaciones presente y futura.

En el Artículo 19 de la ley, se contempla la creación del Consejo Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como enlace entre el Sistema Nacional de Planificación Económica, Social y Administrativa, del sector productivo nacional, la sociedad civil y las entidades de la administración pública centralizadas y descentralizadas pertenecientes al sector recursos naturales y medio ambiente, y como órgano responsable de programar y evaluar las políticas, así como establecer la estrategia nacional de conservación de la biodiversidad de la República Dominicana.

El Consejo estará presidido por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, siendo miembros las demás Secretarías de Estado de los distintos sectores.

La Secretaría, atendiendo a sus áreas de competencia y funciones, quedó estructurada en cinco Subsecretarías de acuerdo al Artículo 20, a saber:

- a) Subsecretaría de Gestión Ambiental;
- b) Suelos y Aguas;
- c) Recursos Forestales;
- d) Áreas Protegidas y Biodiversidad;
- e) Recursos Costeros y Marinos;
- f) Subsecretaría Administrativa y Financiera.

Con el Artículo 21, se crea la Oficina Sectorial de Planificación y Programación, como órgano asesor del Secretario de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de planificación económica, social y administrativa y será unidad de apoyo en el proceso de conformación de la Secretaría.

Los Artículos 26 y 28, versan sobre las Unidades de Gestión Ambiental institucionales que deben ser costeadas por las instituciones a las cuales pertenecen, teniendo la función de supervisar, coordinar y dar seguimiento a las políticas, planes y programas, proyectos y acciones ambientales dentro de su institución y para velar por el cumplimiento de las normas ambientales por parte de las mismas, asegurando la necesaria coordinación interinstitucional de la gestión ambiental, de acuerdo a las directrices emitidas por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

### **2.5.3.1 Instrumentos internacionales adoptados por la República Dominicana que se Relacionan con el cambio climático**

### **2.5.3.2 Instrumentos internacionales de carácter global**

La República Dominicana está altamente comprometida con la protección del medio ambiente mundial y durante la última década ha sido signataria de acuerdos y convenios internacionales que persiguen ese fin.

Entre los instrumentos ratificados y negociados está la Declaración de Río de Janeiro de 1992, que establece los principios que deben guiar el comportamiento de los Estados y sus sociedades para alcanzar el desarrollo sustentable. Esta declaración fue firmada por el país y ratificada el día de octubre de 1998 ante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático, asumiendo los compromisos en concordancia con el Artículo 12 de la citada Convención.

En cuanto al tema específico del cambio climático, el país ha participado activamente en las negociaciones internacionales, tanto en la Conferencias de las Partes como en las reuniones de los Cuerpos Subsidiarios Científicos y Tecnológicos y de Implementación.

Además, somos miembros del Instituto Interamericano para Investigaciones de Cambio Globales (IAI), con sede en Brasil.

### **2.5.3.3 Otras políticas ambientales relacionadas con el cambio climático**

En todo plan de desarrollo del país, la incorporación de la dimensión ambiental en la planificación por medio de un proceso dinámico, permanente, participativo y concertado entre las diferentes entidades involucradas es básico, si queremos alcanzar un desarrollo sostenible, que redunde en beneficio de la sociedad dominicana.

Dentro de las políticas podemos citar:

- La Planificación Ambiental, aquí la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene la responsabilidad de garantizar el cumplimiento del Artículo 28, que incorpora la gestión ambiental, trabajando conjuntamente con las instituciones públicas centralizadas, descentralizadas, autónomas y semiautónomas del Estado, el Ayuntamiento del Distrito Nacional, los ayuntamientos municipales, y la Liga Municipal Dominicana, con la cooperación del Secretariado Técnico de la Presidencia, a través de la Oficina Nacional de Planificación y la Oficina Nacional de Presupuesto.
- El Ordenamiento Territorial, que declara de alto interés nacional el diseño, formulación y ejecución del plan nacional del ordenamiento del territorio, que incorpore las variables ambientales y teniendo un plazo de tres años para su cumplimiento, una vez sean asignados los fondos a través del presupuesto nacional.

La política de ordenamiento territorial nacional, provincial o municipal tiene como objetivos principales la protección de los recursos naturales, la disminución de su vulnerabilidad, la reversión de las pérdidas recurrentes por uso inadecuado del medio ambiente y los recursos naturales y alcanzar la máxima armonía posible entre las interrelaciones de la sociedad y la naturaleza.

- Biodiversidad: Las políticas del sistemas nacional de áreas protegidas están encaminadas a preservar los ecosistemas naturales representativos de las diversas regiones biogeográficas y ecológicas del país, a proteger cuencas hidrográficas, ciclo hidrológicos, zonas acuíferas, muestras de comunidades bióticas, recursos genéticos particulares y la diversidad genética de los ecosistemas naturales y de sus elementos, para que todos los dominicanos puedan disfrutar de un medio ambiente sano, lo cual genera el deber de apoyar y participar en cuantas acciones sean necesarias en procura de la conservación, protección y usos sostenibles de la biodiversidad para las generaciones presentes y futuras.

## **Política de Reforestación**

El manejo y uso de los bosques y suelos forestales deben ser sostenibles, una ley especial que norma el manejo forestal integral y el uso sostenible de los recursos del bosque para fines de su conservación, explotación y manejo.

El Reglamento Forestal tiene por objeto dictar las normas necesarias para la adecuada aplicación de la Ley 64-00, teniendo por metas: a) Establecer normas dentro de una estructura institucional para atender las necesidades de conservación, fomento y desarrollo de los recursos forestales en la República Dominicana; b) Promover y normar el uso sostenible de los recursos forestales, con la incorporación de la sociedad civil en la gestión y conservación de los recursos; c) Asegurar el ordenamiento, conservación y desarrollo sostenible de los bosques existentes; d) Promover la restauración y el desarrollo de bosques en tierras de aptitud forestal para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas.

Existen otras normas técnicas para planes de manejo forestal y un reglamento para el funcionamiento de la industria forestal que procesa madera, así como mapas para rutas nacionales por donde se movilizará la madera cortada.

Esto demuestra que la República Dominicana ha dado pasos importantes con miras a la protección y mantenimiento de sus recursos renovables, teniendo ya en el Congreso Nacional la Ley de Biodiversidad y Áreas Protegidas, representando esta última un área de 13,164.57 Km<sup>2</sup>, de los cuales 12,586.54 corresponden a 31 Parques Nacionales, 145.68 Km<sup>2</sup> a cuatro Reservas Científicas, 5.05 Km<sup>2</sup> a dos Parques Históricos, dos Reservas de Biosfera, una Vía Panorámica con 427.30 Km<sup>2</sup>.

## **Política de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos**

La gestión ambiental de los residuos sólidos es uno de los principales aspectos a considerar en el proceso de implementación de la Ley General

de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00) promulgada en agosto del 2000.

El problema de los residuos sólidos ha sido identificado como uno de los más acuciantes de la gestión urbana y ambiental del país, siendo los escenarios más críticos la ciudad de Santo Domingo y Santiago de los Caballeros por ser los centros de mayor población en la República Dominicana. Se han dado los pasos necesarios para crear las condiciones de implementación de una norma para la gestión ambiental de los residuos sólidos.

De acuerdo al Artículo 106 de la Ley 64-00, los ayuntamientos municipales operarán sistemas de recolección, tratamiento, transporte y disposición final de desechos sólidos no peligrosos dentro de los municipios, observando las normas oficiales emitidas por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, conjuntamente con la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, para la protección del medio ambiente y la salud. Además, no podrán bajo ninguna circunstancias operar un vertedero en cercanía de lechos, fuentes, cuerpo de aguas, ni aquellos lugares donde la escofrentía y la infiltración pueda contaminarla.

## 2.6 ASPECTO GENERAL DE LA ECONOMÍA

En el período 1990-1994, la República Dominicana cayó en una situación caótica, matizada por el estancamiento económico, el endeudamiento externo y la inflación en medio de la implementación de los ajustes neoliberales. En el año 1990, el país fue estremecido por los llamados “ajustes” del Fondo Monetario Internacional (FMI), lo que provocó una reducción de la inversión en salud entre 60 y 70 % y la educación pasó del 2.1 % al 1 % como proporción del Producto Interno Bruto (PIB), convirtiéndose la pobreza en el problema más grave del país, según los propios organismos de la ONU, lo que reactivó la emigración internacional a todos los niveles sociales.

De hecho, en 1990, la economía dominicana colapsó, al combinarse una contracción de un 5.5%

del PIB real, una tasa de inflación de casi 80%, un aumento de la tasa de desempleo a un 23% y un descenso del salario mínimo real de un 11.1%.

En septiembre de 1990, el gobierno realizó un nuevo programa económico que modificó sustancialmente la política económica, aplicando conjuntamente con el programa de estabilización, la ejecución de un conjunto de reformas estructurales que contó con el apoyo del programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Fondo Monetario Internacional.

La política económica descansó en la eliminación del déficit fiscal, la restricción monetaria y en la eliminación de los subsidios y controles de precios públicos. Los efectos no se hicieron esperar, la tasa de inflación cayó desde un 79.92 % a un 7.9% y la tasa de cambio se estabilizó en 12.50 pesos por dólar, y el PIB real per cápita inició una recuperación que se tradujo en una tasa de crecimiento de un 8 % en 1992.

### 2.6.1 Producto Interno Bruto

Los resultados preliminares sobre el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) real para el año 1999 arrojaron una tasa de 8.3%, superior al 7.3% registrado durante el año anterior. Este comportamiento sitúa a la economía dominicana, por cuarto año consecutivo, entre los países que exhiben los más altos índices de crecimiento de la Región, al alcanzar en promedio una tasa de 7.8% durante el cuatrienio 1996-1999.

La expansión de este indicador de la evolución económica del país, se sustentó en el crecimiento experimentado en la construcción (18.3%), comunicaciones (15.6%), industria local excluyendo los ingenios (10.9%), hoteles, bares y restaurantes (10.0%), comercio (9.1%), transporte (8.5%), electricidad y agua (8.0%) y agropecuario (6.8%), actividades cuya ponderación conjunta alcanza aproximadamente un 70.0% dentro del PIB.

Entre los factores que contribuyeron a este comportamiento pueden citarse: las favorables condiciones climatológicas prevalecientes durante el

año, el crecimiento del crédito al sector privado incentivado por menores tasas de interés, expansión de la inversión pública, aumento en la inversión privada nacional y extranjera, mayor demanda interna, incremento de la capacidad productiva en algunas de las empresas que conforman la muestra de la actividad industrial, mayores importaciones de materia prima, bienes de capital y de consumo final y estabilidad en el tipo de cambio.

### 2.6.2. Estructura del PIB por Ramas de Actividad Económica

En los datos del PIB que presenta el Banco Central de la República Dominicana por sectores de origen para el período 1990-1999, este presenta un crecimiento sostenido, siendo el PIB total para 1990 de 3,952.5 millones de pesos dominicanos, a precios de 1970, haciendo su mayores aportes el sector manufacturero con RD\$ 671.1 millones, el sector agropecuario con RD\$ 501.6 millones y el comercio con RD\$ 458.8 millones lo que representa el 41.27% del aporte total. La tasa de crecimiento para el período 1990/1989 resultó ser negativa en un -5.9%.

En el año 1994, el sector manufactura hizo su mayor aporte con RD\$ 820.7 millones, seguido por el sector agropecuario con RD\$ 548.5 millones, el comercio con RD\$ 514.7 millones y el de la construcción con RD\$ 418.0 millones, contribuyendo estos cuatro sectores al 52.61 % del PIB real, y la tasa de crecimiento para el período 1994/1993 alcanzó el 4.3% con un saldo positivo (ver cuadro No 9.)

Si analizamos el Producto Interno Bruto (PIB) tomando en consideración el PIB real y PIB corriente y su tasa de crecimiento porcentual

**CUADRO No. 9.** Producto Interno Bruto por sectores de origen, millones de RD\$, a precio de 1970

SECTORES	1990	1994
Total	3,736.9	4,375.0
Agropecuario	501.6	548.5
Agricultura	269.9	257.0
Ganadería	206.8	268.8
Silvicultura y Pesca	24.9	22.8
Minería	122.8	114.8
Manufactura	671.1	820.7
Azúcar	41.2	44.7
Resto	518.8	612.5
Zonas Francas	111.1	163.4
Construcción	323.6	418.0
Comercio	458.8	514.7
Hoteles, Bares y Restaurantes	141.0	229.3
Transporte	231.9	292.5
Comunicaciones	78.7	133.7
Electricidad	56.3	91.0
Finanzas	220.8	222.8
Propiedad de Vivienda	228.2	234.7
Gobierno	358.1	386.2
Otros Servicios	344.0	368.0

Fuente: Banco Central de la República Dominicana

(T.C.%) podemos notar que para 1990 con una población de seis millones, ochocientos once mil (6,811,000) habitantes, el PIB corriente era de RD\$ 60,305.20 millones y el per cápita era de RD\$ 8,854.60, con una T.C. .39%; por otro lado, el PIB real era de RD\$ 3,736.9 millones presentó una T.C. negativa de -5.5 y el PIB per cápita fue de RD\$ 548.7 con una TC de -7.6 %, y finalmente, el PIB corriente expresado en US\$ fue de 5,537.70 millones con una TC de -10.4%.

Para más información con relación al año 1994 y 1999, ver cuadro No 10. Situado más abajo.

**CUADRO No. 10.** El PIB Corriente, Real y Percápita

Años	Población en miles	PIB Corriente en Millones de pesos	T.C. %	PIB Corriente Percápita RD\$	T.C. %	PIB Real Millones de RD\$	T.C. %	PIB Real Percápita RD\$	T.C. %	PIB Corriente Millones US\$	T.C. %
1990	6,811	60,305.2	42.3	8,854.6	39.0	3,736.9	-5.5	548.7	-7.6	5,537.7	-10.4
1994	7,462	137,566.4	12.9	18,436.1	10.4	4,375.0	4.3	586.3	2.0	10,697.2	10.4
1999	8,364	278,939.1	15.3	33,349.9	12.7	6,188.2	8.3	739.9	5.9	17,411.9	9.7

Fuente: Banco Central de la República Dominicana

## 2.7 SECTOR ENERGÍA

El sector energético de la República Dominicana ha sido el dolor de cabeza de los diferentes gobiernos que se han alternado en el poder, por ser muy deficitario con relación a la oferta, a la dificultad para los cobros de energía suministrada a los sectores de menores ingresos y el alto costo en divisa que implica la importación de petróleo y derivados para mover las plantas generadoras de electricidad.

Hasta el año 1998, cuando se inició el proceso de privatización del sector energético nacional, este sector era administrado por el Estado dominicano que para cubrir la demanda nacional tenía que recurrir a generadores privados que vendían energía al gobierno y hoy en día se la venden a los distribuidores privados. Para el año 1990, la disponibilidad de energía era de 3,157.1 GWH, de la cual se facturaban 2,131.1 GWH, considerándose una pérdida de 1,026.0 GWH por condiciones de las redes y fraude. En el cuadro No.13 situado más adelante, se puede observar cómo ha variado la producción y consumo de energía hasta el año 2000.

### 2.7.1 Sector Energía en la República Dominicana 1990-1994

La gran mayoría de las plantas generadoras del país usan combustibles fósiles como Bunker y Diesel, que

resultan en fuentes de emisiones y en fuerte erogación de divisas, porque todos los combustibles consumidos son importados desde Venezuela, a través del acuerdo de San José, con precios preferenciales, otras plantas son térmicas o de ciclo combinado.

Si observamos el cuadro No 13, podemos notar que las generadoras hidroeléctricas juegan un papel importante en la producción de energía limpia y contribuyen con la balanza de pago y la economía del país, reduciendo la dependencia de la importación de combustibles fósiles derivados del petróleo, que permitiría un ahorro de millones de dólares que pueden ser dedicados al gasto social del Estado dominicano.

La capacidad instalada de las 17 presas hidroeléctricas en operación en la República Dominicana es de 401.30 Mw, la cual será incrementada a 461.3 Mw con la Presa de Monción que se inaugurará próximamente. El potencial hidroeléctrico del país es de 5,000 a 7,000 millones de Kilowatts hora al año, que de ser desarrollado le significaría al Estado dominicano un ahorro de importación de petróleo de doce a diecisiete millones de barriles, que traducidos en dólares alcanzaría entre US\$ 460 y US\$ 650 millones al año.

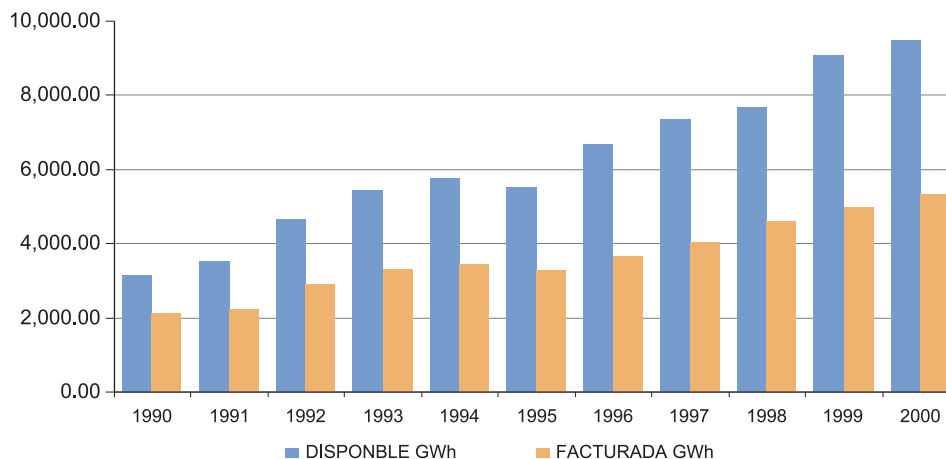
El gráfico No 3, nos indica cómo ha variado la disponibilidad energética y la facturación durante un período de 11 años, indicándonos esta gráfica que el sector eléctrico tiene grandes pérdidas

**CUADRO No. 11. Energía disponible y facturada 1990-2000**

AÑO	DISPONIBLE	FACTURADA	PÉRDIDA ABSOLUTA	PÉRDIDA RELATIVA %
1990	3,157.1	2,131.1	1,026.0	32.50
1991	3,496.5	2,228.4	1,268.1	36.27
1992	4,628.8	2,897.0	1,731.8	37.41
1993	5,434.6	3,321.2	2,113.4	38.89
1994	5,747.9	3,426.7	2,321.2	40.38
1995	5,530.2	3,291.7	2,238.5	40.48
1996	6,692.4	3,633.9	3,058.5	45.70
1997	7,335.1	4,022.6	3,312.5	45.16
1998	7,692.5	4,595.0	3,097.8	40.27
1999	9,049.3	4,980.5	4,068.8	44.96
2000	9,464.3	5,324.9	4,139.4	43.74

Fuente: Corporación Dominicana de Electricidad, Dirección de Planificación,



**GRÁFICA No. 3.** Variación de la disponibilidad energética y la facturación durante un periodo de 11 años.**ENERGÍAS DISPONIBLES Y FACTURADAS  
1990-2000 EN GWh**

de energía, ya sea por robo y por pérdidas en las líneas de transmisión.

**2.7.2 Consumo Percápita de Energía e Intensidad Energética**

Durante el año 1990, el sector residencial con-

sumió 843.3 GWh, que representó el 39.5 % del consumo total, pagando por ello la suma de 365 millones de pesos, con precio por KWh de 0.434 centavos. Para el mismo sector en 1994, el consumo ascendió a 1,373.5 GWh, que representó el 40.1 % y el precio del KWh se incrementó a RD \$1.142.

**2.7.3 CUADRO No. 12.** Capacidad energética instalada por grupo de generación e inversiones en expansión (mw)

Plantas	Grupo ITABO						Hidráulicas
	Capacidad Total	Generación	Bunker	Diesel	Turbogás	Hidroeléctrica	Capacidad Total
Itabo I	128.00	-	Térmica			Tavera I	48.00
Itabo II	132.00	68.00	Térmica			Tavera II	48.00
Sto. Dgo. V	12.00	6.00	Térmica			Angostura	18.90
Sto. Dgo. VIII	26.00	16.00	Térmica			Rincón	10.10
Timbeque I	21.10	16.00			Turbogás	Hatillo	8.00
Timbeque II	21.10	16.00			Turbogás	Sabaneta	6.40
Los Mina I	35.60	21.00			Turbogás	Sabana Yegua	12.50
Los Mina II	36.60	21.00			Turbogás	Las Damas	7.50
Higuamo IA	35.00	32.50			Turbogás	Jimenoa	8.40
Higuamo IB	35.00	32.50			Turbogás	Valdesia I	27.00
Itabo IA TB	35.00	34.00			Turbogás	Valdesia II	27.00
Itabo IB TB	35.00	-			Turbogás	Jigüey I	49.00
Itabo IC TB	35.00	34.00			Turbogás	Jigüey II	49.00
Subtotal	586.40	297.00				Aguacate I	26.0
Grupo IPP`S						Aguacate II	26.00
Falcomb.I	50.00	-	Térmica			Río Blanco I	12.50

Grupo ITABO							Hidráulicas	
Plantas	Capacidad Total	Generación	Bunker	Diesel	Turbogás	Hidroeléctrica	Capacidad Total	
Falcomb.II	50.00	-	Térmica			Río Blanco II	12.50	
Warsila SD	43.00	38.00			Turbogás	C.E Monción I	1.50	
Warsila cpp 1	18.00	15.00			Turbogás	C.E Monción II	1.50	
Warsila ccp2	53.00	45.00			Turbogás	Bayguate	1.20	
Metaldom	40.00	42.00			Turbogás	Nizao-Najayo	0.30	
Smith-Emron	185.00	140.00	Térmica			Subtotal	401.30	
Los Mina V	118.00	103.00	Térmica			Proyecto de Expansión al 2003		
Los Mina VI	118.00	103.00	Térmica			Año 2000		
Cayman II	50.00	27.00			Turbogás	Planta	Capacidad	
D. Arroyo Barril	6.30	6.00		Diesel		FENOSA I	80.00	
D. Montecristi	8.00	6.70		Diesel		FENOSA II	100.00	
D. Dajabón	3.80	3.50		Diesel		P. M. Victoria I	100.00	
D. Yamasa	3.00	2.90		Diesel		Maxon	50.00	
D. La Isabela	1.50	1.50		Diesel		Seaboard	70.00	
Sabana Grande								
de Boyá	1.50	1.50		Diesel		Itabo S.A.	152.00	
Masón Barahona	30.00	25.00			Turbogás	Haina	70.00	
Pimentel	35.00	30.00		Diesel		Subtotal	622.00	
Oviedo	1.50	0.80		Diesel			Año 2001	
Subtotal	809.20	597.30				Planta	Capacidad	
Grupo Haina						Ciclo Comb.	150.00	
Haina I	54.00	31.00	Térmica			P. Caucedo	200.00	
Haina II	54.00	46.00	Térmica			Z. Azua	100.00	
Haina III	84.90	-	Térmica			Subtotal	450.00	
Haina IV	84.90	57.00	Térmica				Año 2002	
Mitsubishi	33.00	28.00	Térmica			Planta	Capacidad	
San Pedro I	28.30	-			Turbogás	Itabo	320.00	
P. Plata I	26.00	-	Térmica			S. P. Macorís	100.00	

En el año 2000, las compañías generadoras enviaron al sistema 9,464.3 GWh de los cuales las distribuidoras le facturaron a los clientes 5,324.9 GWh equivalentes a RD\$ 9,995.5 millones de pesos.

El costo promedio de la venta de energía por sectores fue para el residencial RD\$ 1.68 KWh, para el industrial 1.76 pesos por KWh, el comercial pagó a 2.91 el KWh, la tarifa más cara y al Es-

tado dominicano se le carga una tarifa de RD\$ 1.84 KWh.

Es importante destacar que todavía en el año 2002, el Estado dominicano subvenciona al pueblo dominicano el consumo de energía eléctrica.

Para más información sobre el consumo de los demás sectores, observar cuadro No 13, a continuación.

**CUADRO No. 13. Distribución del Consumo por Sectores**

Tarifa	1990				1994				2000					
	GWh	%	RD\$ Mill.	%	Tarifa	GWh	%	RD\$ Mill.	%	Tarifa	GWh	%	RD\$ Mill.	%
Resid.	843.3	39.5	365.9	31.3	Resid.	1,373.5	40.1	1,568.5	35.4	Resid.	1,937.6	36.4	3,257.8	32.6
Indust.	612.7	28.7	449.1	38.5	Indust.	1,129.1	32.9	1,557.0	35.3	Indust.	1,864.2	35.0	3,276.5	32.8
Comerc.	236.4	11.2	154.6	13.3	Comerc.	391.4	11.4	603.5	13.6	Comerc.	613.9	11.5	1,780.2	17.8
Gobierno	438.7	20.6	197.8	16.9	Gobierno	532.6	15.6	693.2	15.7	Gobierno	909.3	17.1	1,673.1	16.8
Total	2,131.1	100.0	1,167.4	100.0	Total	3,426.6	100.0	4,422.2	100.0	Total	5,324.9	100.0	9,995.5	100.0

La capacidad para la generación de energía eléctrica actual en la República Dominicana por distintas vías es de 2,456.30 megas watts, de los cuales 401.30 megas watts corresponden a las hidroeléctricas. De esta capacidad instalada la generación total llega a los 1534.8 megas watts. Para el año 2000 y como consecuencia de la privatización del sector energético nacional, se instalaron siete nuevas plantas generadoras cuya capacidad varía de 70 a 152 megas watts para un total de 622 megas.

## 2.8 SECTOR TRANSPORTE

Las estadísticas del sector transporte de la República Dominicana son verdaderamente pobres e inconsistentes, pero los datos de los últimos años, 2000 y 2001, nos dan una gran idea de la situación de este importante sector que presta un gran servicio a los ciudadanos de las clases media y baja.

El parque vehicular se incrementó en unos 146,275 vehículos durante el período octubre 2000- octubre 2001.

Para el período 1984-1989 el número de vehículo de motor registrado no tuvo un crecimiento acorde con el incremento de la población y se registró un decrecimiento del número de automóviles públicos de 15,000 unidades a 8,389 unidades, lo que representó una disminución de un 55.9%, y el número de autobuses bajó de 6,650 unidades a 6,167 unidades representando una reducción de 7.3%.

En 1990, el total de vehículos de motor registrado era de 526,588, de los cuales 149,814 corresponden al transporte de pasajero, 80,318 al transporte de carga y 287,540 a motocicletas. Para más detalles, ver cuadro No.15.

### 2.8.1 Transporte de Pasajero

Dada la no existencia de estadísticas continuas, en el transporte terrestre público de pasajeros, no fue posible tener datos confiables, pero sí podemos presentar el movimiento de pasajeros por las vías aérea y marítima.

**CUADRO No. 14. Parque vehicular de la República Dominicana**

PARQUE VEHICULAR DE LA REPÚBLICA DOMINICANA		
TIPO DE VEHÍCULO	2000	2001
Automóvil Privado	422,148	448,741
Automóvil Interurbano (público)	6,633	6,650
Automóvil Turístico	741	741
Autobús Público Urbano	1,627	1,627
Remolque	8,190	8,814
Jeep	52,739	61,470
Ambulancia	430	456
Autobús Privado	30,995	32,753
Motocarga	127	127
Carga	212,036	226,428
Fúnebre	81	83
Motocicletas	924,000	1,016,331
Autobús Turístico	993	993
Autobús Publico Interurbano	5,734	5,758
Volteo	10,400	11,234
Automóvil Público Urbano	5,859	5,866
Máquina Pesada	10,702	11,854
Total	1,693,435	1,839,710
Con Placa de Exhibición	4,149	4,149
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1,697,584</b>	<b>1,843,859</b>

Fuente: Dirección General de Impuestos Internos

**CUADRO No. 15. Vehículos de motor registrados en la República Dominicana por año según tipo.**

CLASE	TIPO DE VEHÍCULO DE MOTOR REGISTRADO				
	1990	1991	1992	1993	1994
TOTAL	526,588	525,069	482,939	611,623	78,538
Pasajeros	149,814	153,001	138,007	175,810	
AUTOMÓVILES	139,069	135,878	126,472	160,124	
Público	7,869	5,418	6,953	8,061	
Privado	131,200	130,461	119,519	152,063	33,266
AUTOBUSES	10,745	17,122	11,536	15,686	2,242
Publico	5,363	8,069	2,232	5,487	
Privado	5,382	9,053	9,304	10,199	
JEEP	8,916	8,863	11,678	14,230	2,897
CARGA	80,318	81,527	85,973	102,818	12,096
Camiones	76,118	77,186	81,969	95,750	
Motonetas	524	286	159	2,338	
Volteos	3,676	4,055	3,845	4,730	
Otros (Motocicletas)	287,540	281,678	247,281	318,765	28,037

Fuentes: Oficina Nacional de Estadísticas (ONE)  
Dirección General de Impuestos Internos (DGII)

En el año 1999 entraron al país un total de 422 buques, que transportaron 283,414 pasajeros; mientras que por la vía aérea en 1998 entraron 2, 653,492 pasajeros y salieron del país para el mismo año 2, 688,645 pasajeros.

### 2.8.2 Parque Automotor

En el año 2000, el parque vehicular ascendía a 1,697,584, de los cuales 422,148 corresponden a vehículos privados, que representan el 24.87%, el transporte público es el 3.09%, car-

ga es el 12.49%, las motocicletas abarcan el 54.43 % y un 5.12% a otros tipos de automotores.

### 2.8.3 Vehículos de carga

En cuanto a los vehículos tipo carga, al año 2000 existían en el país 212,036, que representan el 12.49 %, mientras que el número de volteo ascendía a 10,400 unidades, que es el 0.06 % y se contaba con 10,702 máquinas pesadas o sea el 0.06%. La cantidad de remolques era de 8,814.

**CUADRO No. 16. Pasajeros por entrada y salida del país, según residencia y nacionalidad**

Residencia	Entrada				Salida			
	1996	1997	1998	1999*	1996	1997	1998	1999
Total	2,245,940	2,559,597	2,653,492	1,611,024	2,306,722	2,359,781	2,688,645	1,548,621
Residentes	320,375	348,203	344,353	306,628	358,258	355,093	353,152	173,513
Dominicanos	296,013	316,221	316,624	158,831	325,488	318,215	321,281	161,782
Extranjeros	24,362	31,982	27,729	147,797	32,770	36,878	32,871	11,731
No residentes	1,925,565	2,211,394	2,309,139	1,304,396	1,948,464	2,184,688	2,334,493	1,375,108
Dominicanos	339,542	399,119	418,681	210,149	373,327	430,854	457,499	270,351
Extranjeros	1,586,023	1,812,275	1,890,458	1,094,247	1,575,137	1,753,834	1,876,994	1,104,757

Fuente: República Dominicana en Cifras 1999, ONE

## 2.9 SECTOR AGRÍCOLA

### 2.9.1 Las políticas de protección del sector agropecuario

### 2.9.2 El sector agropecuario de los noventa

El valor bruto de la producción agropecuaria se expandió aproximadamente en 1.7% anual durante el período 1961/90, muy por debajo del crecimiento medio poblacional, cuya tasa fue de 2.6%. El Cuadro No.1 muestra que dicha tendencia deficitaria estuvo vigente en cada uno de los tres decenios del mencionado período, acentuándose entre 1961 y 1970.

Los bienes destinados directamente a la alimentación humana crecieron al 1.9% anual, comportamiento ligeramente más satisfactorio que el de la totalidad del sector agropecuario. La disponibilidad total de alimentos en el país, conformada por la producción local y las importaciones de bienes alimenticios, creció aproximadamente un 3.3% anual entre 1961-90; es decir, 0.6% por encima de la población. De este modo, se ha producido un cierto mejoramiento en la dieta media de los dominicanos, de unas 1,849 calorías por persona en 1961/63 a 2266 calorías en 1988/90.

El PBI agropecuario permaneció prácticamente estancado entre 1980 y 1990, período en el cual

decreció en términos promedios en 1.8% por habitante. En cambio, para la presente década verificó un incremento en el orden de 1.5% promedio por habitante, lo que ha constituido, por lo tanto, una recuperación del terreno perdido anteriormente.

## 2.10 COMERCIO

### 2.10.1 Exportaciones

Las exportaciones de los productos tradicionales (azúcar, café, cacao y tabaco) presentan un incremento del 16.36% con relación al año 2000, que las exportaciones disminuyeron en US \$73.3 millones. En el caso de los renglones de productos menores y zonas francas, las exportaciones de productos menores crecieron un 53.29% en el 2001 con relación al año 1994, y las de zonas francas tienen un crecimiento entre 5.4% y 13.6%, el crecimiento del año 2001 aparenta ser negativo, pero hay que considerar que faltan los datos del trimestre octubre diciembre. Para más información ver cuadro No 17 y gráfica. No 4.

Ante la necesidad de proteger el medio ambiente y salvaguardar la salud humana, la República Dominicana se ha ido convirtiendo poco a poco en un importante exportador de productos orgánicos a partir de 1999, haciéndose en un período de tres años el exportador

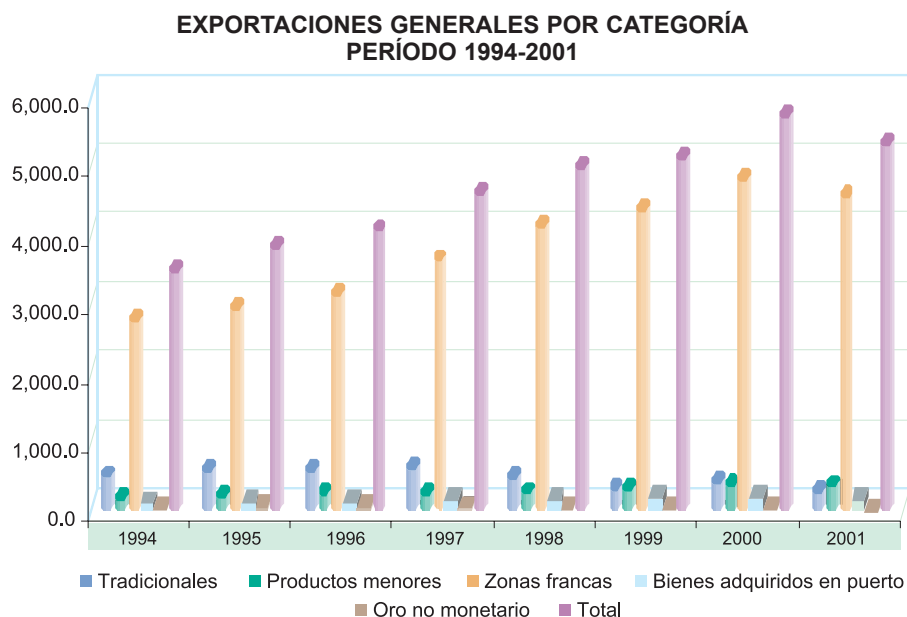
CUADRO No. 17. Exportaciones generales por categoría. Período 1994 – 2001

Período	Tradicionales	Productos menores	Zonas francas	Bienes adquiridos en puerto	Oro no	Total
Valor f.o.b. en millones de US\$						
1994	469.1	156.1	2,716.1	93.8	17.4	3,452.5
1995	543.0	177.6	2,907.4	103.3	41.3	3,772.6
1996	562.1	205.3	3,107.3	116.3	45.7	4,036.7
1997	578.7	216.8	3,596.4	132.8	25.4	4,550.1
1998	448.2	232.4	4,100.2	140.6	14.0	4,935.4
1999	285.4	284.9	4,331.5	177.6	6.0	5,085.4
2000	374.9	352.2	4,770.6	183.1	...	5,680.8
2001	254.9	334.2	4,538.2	142.0	...	5,269.3

\* Datos de enero - septiembre.

Nota: Los Bienes Adquiridos en Puertos se refieren a los combustibles y bebidas (Nacionales no Tradicionales), el Oro no Monetario a las exportaciones que realiza la Rosario Dominicana (Nacionales Tradicionales). FUENTE: Banco Central, Departamento Internacional; Subdirección de Bienes y Servicios; División de Bienes.

**GRÁFICA No. 4.** Exportaciones Generales por categoría. Período 1994-2001



número uno de Banano Orgánico, vendiendo en los mercados internacionales de Europa y Estados Unidos en el año 2000, 45.56 millones de kilogramos por un valor de 13.79 millones de dólares y 66.94 millones de kilogramos por un valor de 20.18 millones de dólares en el año 2001.

Esto representó una variación absoluta de 4.03 millones de kilogramos y la relativa fue de 46.28%.

Existen otros productos agrícolas orgánicos de exportación como son café, cacao, piña, coco, vegetales y otros. Para más información con relación a otros productos orgánicos de exportación, ver Cuadro No 18.

**CUADRO No. 18.** Exportaciones nacionales de productos orgánicos por país enero - diciembre

PRODUCTOS / PAIS	AÑO : 2000		AÑO : 2001*		VARIACIÓN	
	Kilogramos	Valor FOB US\$	Kilogramos	Valor FOB US\$	Absoluta	Relativa
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>53,077,537.57</b>	<b>20,709,727.87</b>	<b>72,043,858.24</b>	<b>24,741,470.77</b>	<b>4,031,742.90</b>	<b>19.47</b>
<b>BANANOS ORGÁNICOS FRESCOS (GUINEOS)</b>	<b>45,567,871.54</b>	<b>13,799,188.38</b>	<b>66,940,811.91</b>	<b>20,184,942.72</b>	<b>6,385,754.34</b>	<b>46.28</b>
REINO UNIDO	18,126,039.51	6,164,426.39	25,760,053.60	8,519,784.29	2,355,357.90	38.21
BÉLGICA	12,249,411.29	3,625,151.80	19,357,201.25	5,694,696.10	2,069,544.30	57.09
ALEMANIA	3,521,650.80	1,093,131.00	5,402,692.22	1,810,190.55	717,059.55	65.60
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	5,526,496.80	1,131,111.00	7,747,870.63	1,702,725.50	571,614.50	50.54
HOLANDA	1,903,658.40	690,983.10	2,190,964.50	808,207.30	117,224.20	16.96
JAPÓN	2,010,550.64	713,638.25	1,688,764.00	610,190.00	-103,448.25	-14.50
SUIZA	61,560.00	25,920.00	1,070,151.00	423,151.98	397,231.98	1532.53
ITALIA	1,748,097.60	275,532.04	3,033,020.00	386,100.00	110,567.96	40.13

## CONT. CUADRO No. 18

PRODUCTOS / PAÍS	AÑO : 2000		AÑO : 2001*		VARIACIÓN	
	Kilogramos	Valor FOB US\$	Kilogramos	Valor FOB US\$	Absoluta	Relativa
SUECIA	79,439.00	16,104.00	632,666.00	223,267.00	207,163.00	1286.41
VÍRGENES (EEUU),ISLAS	-	-	55,086.71	6,030.00	6,030.00	-
SAINT MARTEEN	1,800.00	500.00	2,160.00	600.00	100.00	20.00
ESPAÑA	844.00	244.80	-	-	-	-
PORTUGAL	236,160.00	24,192.00	-	-	-	-
BARBADOS	61,123.50	23,620.00	-	-	-	-
SUECIA	79,439.00	16,104.00	-	-	-	-
BUTAN	41,040.00	14,634.00	-	-	-	-
<b>CACAO EN GRANO ORGÁNICO</b>	<b>5,205,720.00</b>	<b>5,191,850.73</b>	<b>2,736,858.00</b>	<b>3,322,697.51</b>	<b>-1,869,153.22</b>	<b>-36.00</b>
BÉLGICA	3,987,360.00	3,897,180.00	1,511,590.00	1,825,705.10	-2,071,474.90	-53.15
HOLANDA	319,500.00	358,536.93	595,392.00	725,046.00	366,509.07	102.22
ALEMANIA	178,920.00	187,740.00	178,920.00	269,640.00	81,900.00	43.62
ITALIA	293,940.00	315,063.00	229,860.00	248,875.20	-66,187.80	-21.01
HONDURAS	25,560.00	32,130.00	100,800.00	94,953.60	62,823.60	195.53
ESPAÑA	281,160.00	291,186.00	76,680.00	86,940.00	-204,246.00	-70.14
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	12,780.00	18,900.00	41,649.00	69,381.61	50,481.61	267.10
COSTA RICA				1,967.00	2,156.00	2,156.00
MÉXICO	80,940.00	65,914.80	-	-	-	-
SUIZA	25,560.00	25,200.00	-	-	-	-
<b>CAFÉ VERDE EN GRANO ORGÁNICO</b>	<b>256,500.00</b>	<b>667,164.06</b>	<b>170,975.00</b>	<b>401,564.05</b>	<b>-265,600.01</b>	<b>-39.81</b>
ALEMANIA	161,500.00	412,450.76	129,200.00	304,003.40	-108,447.36	-26.29
SUECIA	38,000.00	114,914.78	19,000.00	57,457.39	-57,457.39	-50.00
HOLANDA	38,000.00	84,821.64	19,000.00	33,985.68	-50,835.96	-59.93
ITALIA			3,775.00	6,117.58	6,117.58	-
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	19,000.00	54,976.88	-	-	-	-
<b>BANANOS FRESCOS BIODINÁMICOS (GUINEOS)</b>	<b>1,203,579.00</b>	<b>243,286.36</b>	<b>1,380,767.00</b>	<b>286,370.00</b>	<b>43,083.64</b>	<b>17.71</b>
BÉLGICA	986,475.00	204,880.00	1,273,584.00	261,383.00	56,503.00	27.58
ALEMANIA	90,213.00	18,288.00	77,838.00	17,622.00	-666.00	-3.64
SUECIA	17,995.00	3,648.00	23,675.00	4,800.00	1,152.00	31.58
REINO UNIDO				5,670.00	2,565.00	2,565.00
HOLANDA	19,595.00	7,296.00	-	-	-	-
HAITÍ	49,293.00	3,944.36	-	-	-	-
VÍRGENES (EEUU),ISLAS	21,153.00	2,830.00	-	-	-	-
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	18,854.40	2,400.00	-	-	-	-
<b>CACAO ORGÁNICO EN POLVO AZUCARADO</b>	<b>32,433.98</b>	<b>41,217.25</b>	<b>147,744.33</b>	<b>125,388.05</b>	<b>84,170.80</b>	<b>204.21</b>

CONT. CUADRO No. 18

PRODUCTOS / PAÍS	AÑO : 2000		AÑO : 2001*		VARIACIÓN	
	Kilogramos	Valor FOB US\$	Kilogramos	Valor FOB US\$	Absoluta	Relativa
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	20,292.00	30,004.50	121,467.00	92,509.85	62,505.35	208.32
HOLANDA	-	-	20,292.00	30,004.50	30,004.50	-
HAITÍ	-	-	5,985.33	2,873.70	2,873.70	-
PUERTO RICO	12,141.98	11,212.75				
<b>PIÑAS FRESCAS ORGÁNICAS</b>	<b>5,180.00</b>	<b>2,680.00</b>	<b>89,908.00</b>	<b>119,724.00</b>	<b>117,044.00</b>	<b>4367.31</b>
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	5,180.00	2,680.00	63,044.00	113,820.00	111,140.00	4147.01
ITALIA	-	-	26,864.00	5,904.00	5,904.00	-
<b>COCO SECO ORGÁNICO</b>	<b>281,503.06</b>	<b>93,078.00</b>	<b>325,847.20</b>	<b>104,771.10</b>	<b>11,693.10</b>	<b>12.56</b>
ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	18,188.00	7,977.00	131,232.00	45,051.00	37,074.00	464.76
REINO UNIDO	108,664.56	50,514.00	67,860.00	30,152.00	-20,362.00	-40.31
BÉLGICA	95,179.50	20,937.50	108,211.20	22,171.60	1,234.10	5.89
ALEMANIA	30,127.00	6,442.00	6,320.00	2,572.00	-3,870.00	-60.07
SUIZA			6,147.00	2,505.50	2,505.50	-
ITALIA	4,500.00	3,000.00	5,805.00	1,161.00	-1,839.00	-61.30
FRANCIA			272.00	1,158.00	1,158.00	-
HOLANDA	24,676.00	4,000.00	-	-	-	-
SAINT MARTEEN	100.00	200.00	-	-	-	-
ARUBA	68.00	7.50	-	-	-	-
<b>MANGOS ORGÁNICOS</b>						
<b>FRESCOS</b>	<b>187,549.00</b>	<b>94,314.70</b>	<b>142,287.19</b>	<b>68,500.44</b>	<b>-25,814.26</b>	<b>-27.37</b>
BÉLGICA	138,906.00	74,652.00	93,985.60	46,730.00	-27,922.00	-37.40
ALEMANIA	35,378.50	15,806.55	42,093.06	19,659.50	3,852.95	24.38
REINO UNIDO	4,782.00	1,209.00	3,397.00	1,042.50	-166.50	-13.77
HOLANDA	2,948.50	1,020.95	1,564.00	458.44	-562.51	-55.10
CANADA	5,141.00	1,501.20	775.53	264.00	-1,237.20	-82.41
PROVIDENCIA, ISLA			200.00	250.00	250.00	
SAINT MARTEEN	345.00	90.00	272.00	96.00	6.00	6.67
SUIZA	48.00	35.00	-	-	-	-

**Nota:**

1) Cifras sujetas a rectificación

2) Porcentuales igual o mayor a mil (\*\*)

3) No se incluye el seguro, ni el flete

4) Fecha 02 - mayo - 2002

5) Las exportaciones nacionales no incluyen los combustibles suministrados a los barcos enero-febrero y a los aviones que tocan puertos dominicanos

**Fuente:** Centro Dominicano de Promoción de Exportaciones (CEDOPEX)

## 2.10.2 Importaciones

Los mayores gastos de importación en que incurre el país se deben a la factura petrolera, que implica el uso de grandes cantidades de divisas, para poder generar energía y mantener el movi-

miento de transporte de pasajero público y privado y el de carga.

Los costos de importación de petróleo dependen mucho de la variación de los precios internacionales, pagándose durante el año 2000, mil qui-



nientos cinco millones de dólares (1,505,000) por este concepto. Si comparamos los 647.9 millones importados en 1998, en relación a del año 2000, que ascendieron a 1,505.2 millones, veremos que hubo un incremento del 56.96%.

Las zonas francas tienen los costos de importación más altos, cuyas importaciones consisten mayormente en materia prima y semi elaborada la cual se procesa en el país para la elaboración de productos terminados para los mercados in-

ternacionales. Para mayor información ver cuadro No 19.

### 2.10.3 Balanza Agropecuaria Nacional

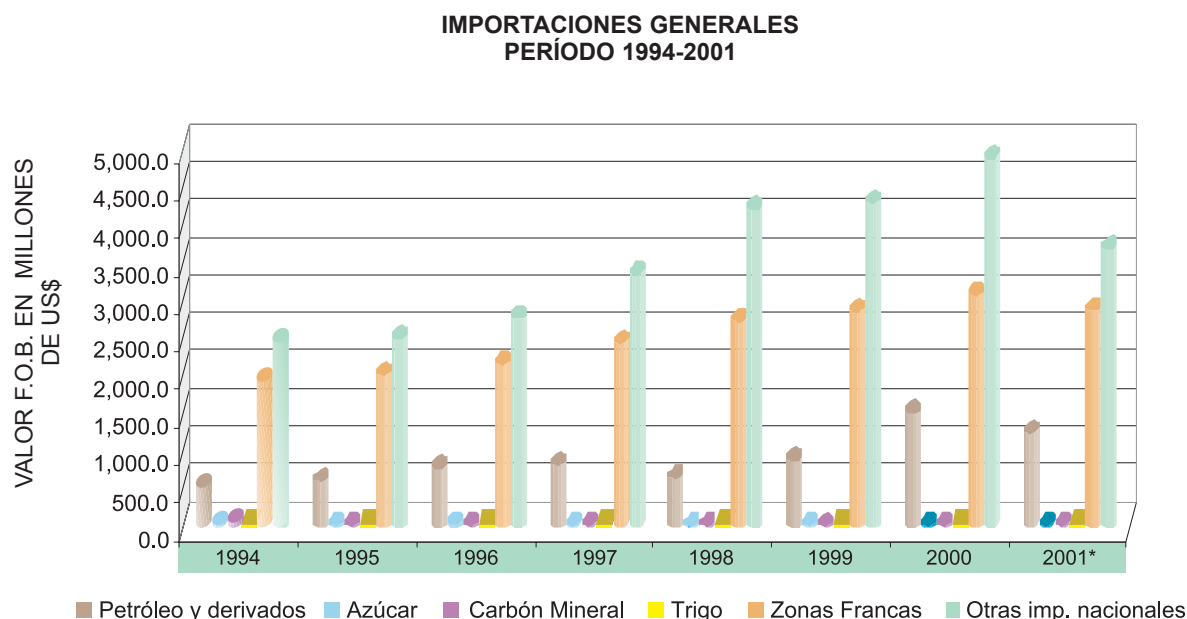
Dado el deterioro creciente de la balanza comercial durante la década de los noventa, la balanza agropecuaria resultó negativa durante el año 1999, con 161.31 millones de dólares, presentando una ligera recuperación en el año 2000, pero negativa en 68.41 millones de dólares.

CUADRO No. 19. Importaciones generales período 1994 -2001

IMPORTACIONES GENERALES / PERÍODO 1994 -2001						
Período	Petróleo y derivados	Azúcar	Carbón Mineral	Trigo	Zonas Francas	Otras imp. nacionales
Valor F.O.B. en millones de US\$						
1994	521.7	8.6	4.1	39.1	1,911.5	2,418.2
1995	604.9	16.0	5.2	50.4	2,006.2	2,487.7
1996	767.6	22.3	7.8	33.9	2,146.3	2,749.1
1997	814.2	6.9	8.3	29.3	2,416.7	3,333.3
1998	647.9	9.8	3.5	35.9	2,700.7	4,199.5
1999	871.0	17.4	1.0	38.9	2,834.5	4,278.5
2000	1,505.2	2.7	1.8	37.9	3,062.5	4,868.4
2001*	1,233.7	7.2	4.8	35.8	2,847.7	3,661.5

Fuente: Banco Central, Departamento Internacional; Subdirección de Bienes y Servicios; División de Bienes.

GRÁFICA No. 5. Importaciones Generales Período 1994-2001



**CUADRO No. 20. Evolución de la balanza agropecuaria en los años 1995 -2000**

PERÍODO 1995 -2001						
Período	Exportaciones			Importaciones		Saldo
	Productos menores <sup>1</sup>	Productos Tradicionales	Total	Productos Agropecuarios	Total	
Valor F.O.B. en millones de US\$						
1995	65.82	543.0	608.82	412.00	412.00	196.82
1996	69.98	562.1	632.08	395.30	395.30	236.78
1997	48.56	578.7	627.26	410.30	410.30	216.96
1998	67.14	448.2	515.34	433.10	433.10	82.24
1999	70.89	285.4	356.29	517.60	517.60	(161.31)
2000	101.49	374.9	476.39	544.80	544.80	(68.41)
2001*	60.52	254.9	315.42	233.40	233.40	82.02

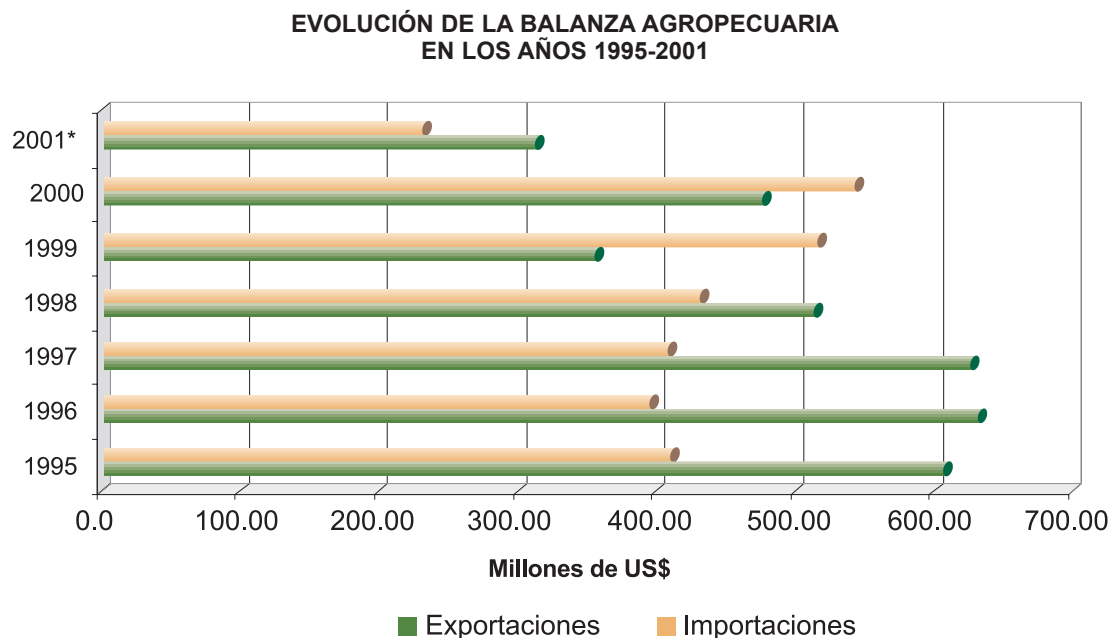
\* Datos de enero-junio.

Nota: No incluye Zonas Francas.

1 : Incluye productos tales como: yautía, auyama, aguacates y otros procesados como guandules enlatados, alimentos para ganado, pulpa de guayaba, etc.

FUENTE : Elaborado en el Dpto. de Economía Agropecuaria de la SEA con datos del Banco Central

**GRAFICA No. 6. Evolución de la Balanza Agropecuaria en los años 1995-2000**



**CAPÍTULO**

# 3

**INVENTARIO  
NACIONAL DE  
EMISIONES Y  
ABSORCIONES  
DE GASES  
DE INVERNADERO**

REPORTE PARA LOS AÑOS  
1990 Y 1994



### 3.1 INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE INVERNADERO. REPORTE PARA LOS AÑOS 1990 Y 1994.

En este documento se presenta el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la República Dominicana correspondiente a los años 1990 y 1994. En el inventario se estiman las emisiones, procedentes de fuentes antropogénicas, de los gases de invernadero de mayor relevancia para el clima, siguiendo las directrices del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, guía Revisada para 1996).

#### 3.1.1 Datos Utilizados en el Inventario

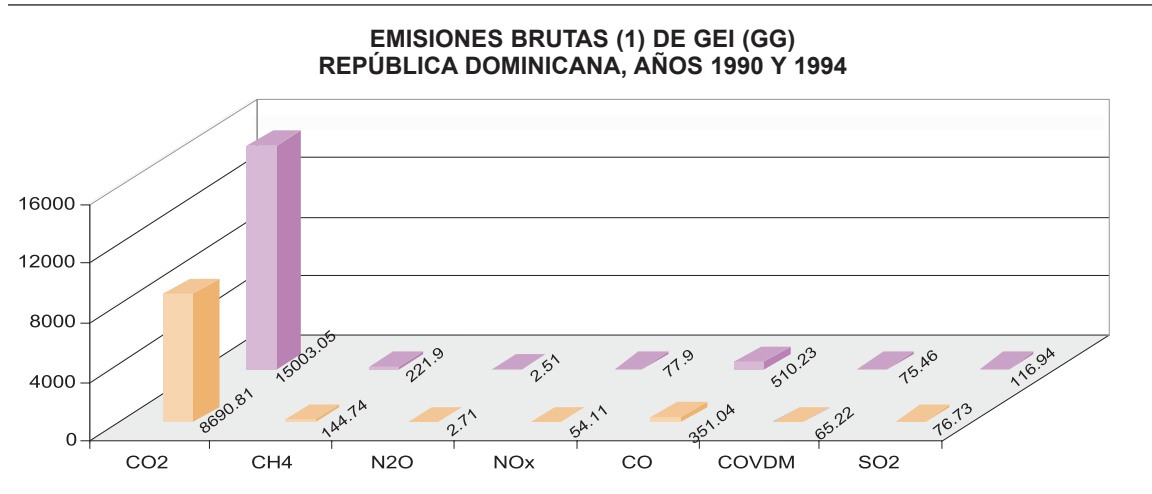
Los datos de actividad utilizados son los disponibles en el país y que fueron captados desde diferentes fuentes. La captación de datos ha sido una

labor ardua, y como parte de la misma, se realizaron diferentes actividades. Las fuentes de procedencia de los datos son variadas, entre las que se encuentran: La Oficina Nacional de Estadística, el Banco Central de la República Dominicana, la Refinería Dominicana de Petróleo, la Dirección General de Aduanas, la Secretaría de Estado de Agricultura, la Dirección General de Minería, la Oficina Nacional de Meteorología, la CEPAL, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Fondo Pro Naturaleza (PRONATURA) y la Oficina de Prevención de Desastres. Igualmente, se utilizaron los balances de energía de la República Dominicana, para los años 1990 y 1994, disponibles en la OLADE.

#### 3.1.2 Resultados Obtenidos para los Años 1990 y 1994, de las Emisiones Brutas

En los resultados de las emisiones brutas obtenidas para los años 1990 y 1994, se indican las diferencias observadas entre estos dos años.

GRÁFICA No. 7. Emisiones brutas obtenidas para los años 1990 y 1994.



**CUADRO No. 21. Las Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg).  
República Dominicana, año 1990.**

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sup>2</sup>
ENERGÍA	8175.56	10.74	0.22	37.42	350.07	47.2	76.73
PROCESOS INDUSTRIALES	541.1		0.00	0.00	0.00	18.02	0.33
USO DE SOLVENTES						6.95	
AGRICULTURA		71.82	2.49	16.69	0.97		
CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	-5667.14	4.85	0.03	1.20	42.43		
DESPERDICIOS	NE	62.18	NE				
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>3049.59</b>	<b>149.59</b>	<b>2.74</b>	<b>55.31</b>	<b>393.47</b>	<b>65.22</b>	<b>77.06</b>

**CUADRO No. 22. Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg).  
República Dominicana, año 1994.**

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sup>2</sup>
ENERGÍA	14359.25	15.73	0.32	53.48	509.42	63.38	115.95
PROCESOS INDUSTRIALES	643.8		0.00	0.00	0.00	3.69	0.39
USO DE SOLVENTES						8.39	
AGRICULTURA		86.2	2.19	24.42	0.81		
CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	-6633.17	5.55	0.04	1.37	48.59		
DESPERDICIOS	NE	119.97	NE				
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>8369.48</b>	<b>227.45</b>	<b>2.55</b>	<b>79.27</b>	<b>558.82</b>	<b>75.46</b>	<b>116.34</b>

Como se observa, en esos años, el CO<sub>2</sub> tuvo los mayores aportes a las emisiones con el 95.6% de estas en 1990 y el 93.7% en 1994. El resto de los gases tiene una contribución menor a las emisiones, por ejemplo, el incremento de estas emisiones de CO<sub>2</sub>, y CO está asociado a los aumentos de la quema de combustibles con fines energéticos observada en ese período.

### 3.1.3 Emisiones Netas

Al igual que para las emisiones netas, el CO<sub>2</sub> tiene el peso fundamental de estas con el 80.4 % en 1990 y el 88.8% en 1994.

Su peso relativo en las emisiones se incrementó en esos años, debido al aumento observado en la quema de combustibles fósiles con fines energéticos. También, resaltan, las remociones netas que se producen en el módulo de Cambio de Uso de la Tierra y

la Silvicultura. El crecimiento observado en el período en la biomasa de los bosques, unido a la poca extracción de madera comercial ocurrida en esos años, compensa las emisiones producidas por la agricultura de tala y quema, los fuegos forestales y la producción de carbón vegetal. Este aspecto es importante, pues estas remociones, compensan también en parte a las emisiones que ocurrieron, básicamente en el módulo de energía, ya que otros como el de procesos industriales tiene muy poco aporte, dado el limitado número de estos que se desarrollan en el país.

### 3.2 CONTRIBUCIÓN RELATIVA AL CALENTAMIENTO GLOBAL. EMISIONES AGREGADAS EN EQUIVALENTES DE CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-E)

Con respecto a la contribución de cada sector a la Contribución Relativa al Calentamiento Global,

**CUADRO No. 23. Emisiones agregadas en equivalentes de CO<sub>2</sub> de los principales gases de efecto invernadero directo**

Gas	Emisión (Gg CO <sub>2</sub> -e) 1990 <sup>2</sup>	Emisión (Gg CO <sub>2</sub> -e) 1994 <sup>2</sup>	Contribución relativa (%) 1990	Contribución relativa (%) 1994
CO <sub>2</sub>	8 716.66	15 003.05	69.2	73.4
CH <sub>4</sub>	3 039.54	4 659.9	24.1	22.8
N <sub>2</sub> O	840.1	778.1	6.7	3.8
EA	12 596.21	20 441.05	100	100

2) No se consideran las emisiones y absorciones procedentes del cambio de uso de la tierra y la silvicultura. EA – Emisiones agregadas.

las emisiones para el año 1990, se expone la contribución relativa al forzamiento radiactivo de las emisiones brutas estimadas en el inventario para los principales gases de efecto invernadero directo. Se utilizan para el cálculo, los valores de PCG para un horizonte temporal de 100 años.

Emisiones agregadas en equivalentes de CO<sub>2</sub> de los principales gases de efecto invernadero directo (a partir de las emisiones brutas.). República Dominicana, años 1990 y 1994.

### 3.3 EMISIONES PROCEDENTES DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

En este módulo se aborda la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero y SO<sub>2</sub> procedentes de las actividades energéticas. Está subdividido en dos categorías principales, la quema de combustibles y las emisiones fugitivas. Estas dos, se subdividen además en subcategorías, tomando en cuenta otros criterios metodológicos.

#### 3.3.1 Quema de Combustibles

Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) procedentes de las fuentes de energía por categorías principales de combustibles, obtenidas por el método de referencia (enfoque arriba-abajo) importaron un total de 9 751.41 Gg en 1990 y 12, 662.83 Gg en 1994 -un crecimiento del 29,9% con relación al año 1990. Se aprecia además que prácticamente la totalidad de estas emisiones proce-

den de la quema de combustibles fósiles líquidos con fines energéticos -los combustibles sólidos aportan una pequeña emisión y los gaseosos no tienen contribución en los años evaluados.

Las emisiones por la quema de biomasa para producir energía (Gg) y que en buena medida proceden de la utilización de la leña y el bagazo, asumido con un 50%, corresponden con emisiones de 4, 374.43 Gg CO<sub>2</sub> en 1990 y 6, 546.10 Gg en 1994.

En relación con las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de las actividades marítimas y aéreas internacionales reportadas en depósitos internacionales y estimadas a partir del Método de Referencia, resultaron en 1990, 36.14 Gg -30.18 Gg procedentes de la aviación y 5.96 Gg correspondientes a las actividades marítimas. En 1994, estas emisiones resultaron 86.69 Gg -69.04 Gg procedentes de la aviación internacional y 17.65 Gg de las actividades marítimas internacionales. Estas emisiones no se reportan en los totales del país.

Con relación de los combustibles suministrados a las principales actividades de combustión (categorías de fuente), las emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidas por este método -enfoque sectorial o por categorías de fuentes, totalizaron en 1990, 8,149.71Gg y de 14, 428.4 Gg en 1994 -sin incluir en ambos años, las emisiones de CO<sub>2</sub> procedente de la quema de biomasa con fines energéticos.

Dado que no se dispuso de la información necesaria para efectuar el cálculo del consumo, se utilizaron criterios de expertos para efectuar una

distribución del consumo total de combustibles en el país en el sector del transporte, de acuerdo a las categorías generales de vehículos de carretera, las cuales resultaron en 15, 437.88 para Gasolina, 12, 243.75 para Diesel y de 1 170.66 de GLP para el 1990 y para el de 1994, 20, 171.92, para Gasolina, 17, 686.57 para Diesel y 26, 952.2 para GLP.

### 3.4 EMISIONES FUGITIVAS

La emisión más significativa en esta categoría corresponde al Metano (CH<sub>4</sub>). En la aportación de la quema y almacenamiento del petróleo las refinerías arrojaron emisiones de 0.05 Gg en 1990 y 0.06 Gg en 1994.

### 3.5 EMISIONES PROCESOS INDUSTRIALES

En la República Dominicana, en los años 1990 y 1994, no se realizaron una parte importante de los procesos industriales que generan emisiones de gases de invernadero. Además, de la captación de datos realizada, no resultó posible obtener información acerca de datos de producción, consumo y otras características para otros procesos que sí fueron realizados en esos años. Por este motivo, en muchas categorías, las emisiones se reportan como “no estimadas” o que “no ocurren”. En el país, además, en varios procesos industriales, se importan materiales ya elaborados, que después se transforman en otros productos, pero las emisiones por la producción de esos materiales se realizaron en el país de origen.

No obstante lo explicado anteriormente, debe decirse que uno de los procesos más emisores de este módulo, es la producción de cemento.

#### 3.5.1 Producción de Cemento

No resultó posible obtener la producción de clinker para los años 1990 y 1994. Sólo se dispuso de datos de la producción de cemento (26,083,989 fundas en 1990 y 1,302,861 fundas

en 1994). También se conoció que parte de este cemento, había sido producido con clinker importado. Acerca de las importaciones de clinker, sólo se dispuso de la información brindada por la Oficina Nacional de Estadísticas para los años 1991 (5,279,001 kilos netos) y para 1993 (36,824 kilos netos en el primer cuatrimestre del año). Para poder acometer esta corrección del clinker importado, se utilizó el valor de 1991 para 1990 y el de 1993 (expandido para considerar el año completo) para 1994.

Esta estimación, considerando un peso de cada funda de cemento como de 42.5 kg arrojó una producción de clinker en 1990 de 1,047,862.05 t y de 1,237,607.77 t en 1994.

#### 3.5.2 Pavimentación de Calles y Carreteras con Asfalto

No pudo disponerse de la información relativa al asfalto utilizado en la pavimentación, o la superficie pavimentada durante estos años de 1990 y 1994. Del método de referencia aplicado para determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Módulo Energía, se tiene que el consumo aparente de asfalto fue de 45,365,016 t en 1990 y 169,94 t en 1994. Este consumo está dado fundamentalmente por las importaciones de asfalto para esos años.

No pudo obtenerse el dato de producción nacional de haberse producido ésta. Suponiendo que el consumo aparente de asfalto fue utilizado en la pavimentación, se generaron entonces por esta actividad 14,52 Gg COVDM en 1990 y 0,05 Gg COVDM en 1994. Esta estimación tiene alta incertidumbre al no poderse disponer del dato de producción nacional o verificar si fue nula la producción.

#### 3.5.3 En Producción de Otros Productos Minerales

Tales como Vidrio, Industria Química, Amoníaco, Ácido Nítrico, Carburo de Calcio, Ácido Sulfúrico, en la captación de datos efectuada, no se detectó información acerca de la ocurrencia de producción de estos en los años 1990 y 1994,



por tal razón las emisiones de esta categoría de fuente, se reportan como que “no ocurren”.

### **3.5.4 Producción de Metales (Hierro y Acero)**

En la captación de datos efectuada, no se detectó información acerca de la ocurrencia de producción de hierro o acero en los años 1990 y 1994. Las emisiones de esta categoría de fuente, se reportan como que “no ocurren”. Se reportan importaciones de estos productos, que después son utilizados en otros procesos industriales, pero como tal no ocurre su producción en el país.

### **3.5.5 En la Producción de Bebidas Alcohólicas y de Alimentos**

Las emisiones de GEI totales, en estos sectores, correspondieron a 5,39 Gg COVDM para las bebidas alcohólicas y 3,87 Gg COVDM para la producción de pan y otros alimentos.

Emisiones relacionadas con la producción de halocarburos (HFC, PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Estos procesos no ocurren en el país.

## **3.6 EMISIONES PROCEDENTES DE SOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS**

En este módulo se calculan las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM) procedentes de varios procesos antropogénicos de producción y consumo en los que se aplican solventes orgánicos. Los totales para las emisiones de COVDM procedentes del uso de solventes, por categorías de fuentes, resultaron en 6.95 Gg para los años 1990 y 8.39 Gg en 1994.

### **3.6.1 Aplicación de Pinturas**

En el inventario, no se pudieron captar los datos de consumo de pinturas por tipos. Por este motivo, los cálculos de emisiones de COVDM fueron efectuados a partir de la producción de pinturas en el país, de esmaltes y pinturas acrílicas, y la aplica-

ción de factores de emisión, que en este caso provienen de US EPA (1996). Esta estimación tiene alta incertidumbre pues al considerarse solamente el dato de producción nacional, no se contemplaron las emisiones por el uso de pinturas importadas.

Por este motivo, el estimado de emisión debe considerarse incompleto en el inventario, aunque debe resaltarse que las emisiones desde esta categoría de fuente tienen una contribución muy pequeña a las emisiones del país. Durante el año 1990 se emitieron desde esta categoría de fuente un total de 5.27 Gg COVDM y durante 1994 6.57 Gg.

### **3.6.2 Desengrase de Metales y Otros Materiales**

Al igual que en la categoría anterior, el país no dispone de datos para estas actividades con la calidad requerida, ni de resultados de estudios nacionales para el cálculo de factores de emisión. Por este motivo, en el inventario, se exploró la posibilidad de utilizar factores de emisión sobre base per cápita, como los recomendados en CORINAIR (1996) y US EPA(1996) para operaciones pequeñas de desengrase, en limpieza en frío, asumiendo actividades diarias en una semana laboral de seis días.

Dada esta situación, los 12,8 Gg de COVDM estimados, para esta categoría de fuente en 1990 y los 13,8 Gg COVDM en 1994, no fueron considerados en los totales del módulo y el inventario.

### **3.6.3 Usos Domésticos de Solventes**

Por este concepto se emitieron un total de 1.68 Gg COVDM en el año 1990 y 1.82 Gg COVDM para el año 1994. Estas emisiones tienen una alta incertidumbre, aunque su peso en las emisiones totales del país es insignificante.

## **3.7 EMISIONES PROCEDENTES DEL MÓDULO AGRICULTURA**

En el módulo agricultura se consideran las emisiones de gases de invernadero procedentes de cinco categorías de fuentes:

- Ganado doméstico: fermentación entérica y manejo del estiércol.
- Cultivo del arroz: arrozales anegados.
- Quema prescrita de sabanas.
- Quema en el campo de residuos agrícolas.
- Suelos agrícolas.

### 3.7.1 Ganado Doméstico

En esta sección se tratan las emisiones de metano y óxido nitroso originadas por la fermentación entérica y el manejo del estiércol del ganado doméstico.

#### 3.7.2 Emisiones de Metano Procedentes de la Fermentación Entérica

La producción del metano debido a la fermentación entérica, consiste en un proceso normal que ocurre en el sistema digestivo de los animales herbívoros. El metano así producido se forma mediante la descomposición de los hidratos de carbono por microorganismos existentes en el sistema, y los incorporados con el alimento.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes en esta categoría de fuente (Fermentación entérica) resultó en 56.63 (Gg) de CH<sub>4</sub>, para 1990 y 70.78 (Gg) de CH<sub>4</sub>, para 1994.

#### 3.7.3 Emisiones de Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (NO<sub>2</sub>) Procedentes de los Sistemas de Manejo del Estiércol

- Emisiones de Metano (CH<sub>4</sub>)

Las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del manejo del estiércol del ganado doméstico calculadas para 1990 resultaron 3.63 Gg y las de 1994, 4.58 Gg.

#### 3.7.4 Emisiones de Metano Procedentes de los Arrozales Anegados

El metano producido en los campos de arroz se incorpora a la atmósfera por transporte difusivo a través de tres vías: por burbujeo en las aguas de anegamiento; por difusión desde la superficie del agua de anegamiento y a través de los tejidos

de las plantas durante el crecimiento (parénquima de las plantas), considerándose esta última la vía más importante (CITMA, 1999).

Los valores obtenidos por un factor integrado de emisión, ajustado estacionalmente de 12 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup> el que sustituido proporcionó una emisión de 10.72 Gg de CH<sub>4</sub> en 1990 y 9.68 Gg en 1994.

#### 3.7.5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Producidas por la Quema Prescrita de Sabanas y Pastizales

En esta categoría de fuente, se estiman exclusivamente las emisiones de CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>2</sub> y NOx procedentes de la quema de los residuos de las cosechas. Esta, no se considera una fuente neta de CO<sub>2</sub>, ya que se supone que el carbono liberado en la atmósfera, se reabsorbe en la siguiente temporada de crecimiento.

#### 3.7.6 En la Quema de Campos de Caña de Azúcar

Los datos aportados indican que fueron quemadas 33,999,62 ha en 1990 y 50,810,8 ha en 1994, para estimar las emisiones se calculó la producción anual de la cosecha, y a partir de ese dato se estimaron las cantidades de biomasa que se generaron como residuo que son: 2,026.08 Gg en 1990 y 1,995.55 Gg en 1994.

#### 3.7.7 Quema de Paja de Arroz

De acuerdo a la información captada para el inventario, en 1990 se produjeron 103,06 Gg de paja de arroz y en 1994, 94,36 Gg. De la que el 40% de esta paja se quema en los campos.

Asumiendo una fracción de materia seca para este residuo de 0,85 y un valor de 0,9 para la fracción oxidada, se obtuvieron en 1990 un total de 31,54 Gg de biomasa total como materia seca quemada y en 1994 de 28.87 Gg.

Considerando una fracción de carbono de 0.4144 para este residuo y una relación nitrógeno-car-

bono de 0.014, en 1990 se produjo una liberación total de carbono de 13.07 GgC y 0.18 GgN y en 1994, 11.97 GgC y 0.17 GgN.

Como puede observarse, la mayor emisión correspondió al metano, en buena medida procedente de la fermentación entérica y que acusa un incremento entre 1990 y 1994 debido básicamente al aumento observado en la población de ganado en el período. El otro emisor importante de metano, los arrozales anegados, tiene un menor aporte relativo en el país y verificó una disminución entre los años 1990 y 1994. Las otras emisiones de interés se corresponden a las emisiones de óxidos de nitrógeno procedentes de las quemaduras de campos de caña de azúcar y las quemaduras de paja de arroz en el campo.

### 3.8 EMISIONES PROVENIENTES DE CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA Y LA SILVICULTURA

En este módulo, se estimaron las emisiones y absorciones de dióxido de carbono en las diferentes prácticas de manejo de bosques:

- Los cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa.
- La conversión de bosques y pastizales.
- El abandono de las tierras cultivadas.

También, se calcula la liberación inmediata de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema vinculada a la conversión de bosques y praderas. Es bastante certero señalar qué cálculo de las

emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de biomasa utilizada como combustible corresponde al Módulo Energía y ya fueron realizados en ese módulo (uso de la leña y el carbón vegetal como fuente de energía).

#### 3.8.1 Cambios de Biomasa en Bosques y en Otros Tipos de Vegetación Leñosa

En este epígrafe se estiman las emisiones o remociones de carbono –y de dióxido de carbono– que obedecen a los cambios en la biomasa de los bosques –y de otros tipos de vegetación leñosa– que resultan de la actividad humana.

Al no disponer el equipo de inventario de información detallada relacionada con el crecimiento de los diferentes tipos de bosques existentes en el país y de los diferentes componentes de la fitomasa aérea (tronco, ramas, hojas), se utilizaron valores recomendados por expertos locales en combinación con los valores por defecto e indicativos de las GR (IPCC, OECD, IEA, 1997).

Se utilizó también, para estos cultivos, la tasa de crecimiento correspondiente a las maderas blandas reportada en las GR (IPCC-OECD-IEA, 1997).

En el siguiente cuadro aparece el incremento total de la absorción de carbono debido al aumento anual de la biomasa (kt C), en los bosques de la República Dominicana, años 1990 y 1994.

**CUADRO No. 24. Incremento total de la absorción de carbono debido al aumento anual de la biomasa (kt C).**

Categoría	Incremento total de la absorción de carbono (kt C)		
		1990	1994
1- Bosques de Coníferas	1.1 Denso	879.79	1 154.34
	1.2 Abierto	265.77	349.11
2- Bosques Latifoliados	2.1 Nublado	128.01	168.15
	2.2 Húmedo	213.05	279.84
	2.3 Semi húmedo	118.74	155.97
3. Bosque Seco		847.73	893.75
4. Manglares		14.58	19.15
5. Cultivos arbóreos permanentes		2 475.37	2 475.15
<b>TOTAL</b>		<b>4 942.03</b>	<b>5 495.46</b>

En el cuadro que sigue a continuación aparece la información captada acerca de la extracción de madera desde los bosques y otros tipos de vegetación leñosa para los años 1990 y 1994. Como se observa, los valores reportados de extracción comercial de madera son muy reducidos en los años 1990 y 1994, aspecto que tiene influencia decisiva en los valores de remoción de carbono determinados.

**CUADRO No. 25. Extracción de madera de los bosques y otros tipos de vegetación leñosa (kt materia seca). República Dominicana, años 1990 y 1994.**

Tipo		kt de materia seca	
		1990	1994
Madera comercial <sup>1</sup>	Coníferas	6.27	7.73
	Latifoliadas	0.19	1.25
Extracción de Leña <sup>2</sup>		2,787.66	3,057.98
<b>TOTAL</b>		<b>2,794.12</b>	<b>3,066.97</b>

<sup>1</sup> Incluye las extracciones de madera desde los planes Sierra y Sambrana, más un estimado del volumen estimado de madera incautada en diversas formas y productos. <sup>2</sup> Extracción de leña, incluyendo la utilizada para producir carbón vegetal (la leña se asume que básicamente procede del bosque seco).

A partir de este paso, la madera cosechada se convirtió a carbono liberado. Para esto se utilizó el valor por defecto para la fracción de carbono de la biomasa viva de 0.5. Esta fracción se multiplicó por el consumo total de biomasa de las existencias para obtener 1,228.68 kt C en 1990 y 1,340.65 ktC en 1994 para la emisión anual de carbono por este concepto.

Tomando en cuenta los datos del incremento total de la remoción de carbono y de la emisión

anual de carbono se obtuvo como resultado que en el año 1990 se produjo una remoción neta de 3, 713.35 kt C o lo que es lo mismo 13, 615.61 Gg CO<sub>2</sub>. En 1994, se produjo una remoción neta de 4, 154.82 kt C o lo que es lo mismo que una remoción neta de 15, 234.33 Gg CO<sub>2</sub> (Cuadro No. 26). Estos resultados, no toman en cuenta los efectos de las talas y quemas con fines de conversión, así como los efectos de los incendios forestales.

### 3.8.2 Emisiones de CO<sub>2</sub> Procedentes de la Conversión de Bosques y Pastizales

En este proceso, parte de la biomasa se quema y otra parte permanece en el campo donde se descompone lentamente –por lo general a lo largo de un período de diez años en los trópicos. Una pequeña parte del material quemado (5-10 %) se convierte a carbón vegetal, que a la intemperie resiste a la descomposición durante más de 100 años y el resto se libera instantáneamente a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>.

Con relación, a los datos de superficies deforestadas y los estimados de las talas, se puede decir que la República Dominicana, en cierta medida a partir de los años 90, ha disminuido la deforestación de forma considerable, ya que las causas principales de la deforestación que pueden considerarse (la agricultura de tala y quemas, la producción de carbón vegetal y, los incendios forestales) para el período y los años para los que se compila este inventario han sido en cierta forma controladas.

**CUADRO No. 26. Remoción o absorción neta anual de CO<sub>2</sub> debido a los cambios en los bosques y otros tipos de vegetación leñosa. República Dominicana, años 1990 y 1994.**

Remoción anual de carbono (ktC)		Emisión anual de carbono (ktC)		Remoción neta de carbono (kt C)		Remoción anual de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	
1990	1994	1990	1994	1990	1994	1990	1994
4, 942.03	5,495.46	1,228.68	1,340.65	3,713.35	4,154.82	13,615.61	15,234.33

**CUADRO No. 27. Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques (Gg). República Dominicana, años 1990 y 1994.**

Emisiones inmediatas procedentes de la Combustión (en el sitio y fuera del sitio) (kt C)		Emisiones diferidas procedentes de la descomposición (media de 10 años) (kt C)		Total anual de carbono emitido por la conversión de bosques (kt C)		Total anual de CO <sub>2</sub> emitido por la conversión de bosques (Gg CO <sub>2</sub> )	
1990	1994	1990	1994	1990	1994	1990	1994
454.63	520.66	484.46	484.46	939.09	1,005.12	3,443.32	3,685.45

### 3.8.3 Emisiones de Carbono Procedentes de las Quemadas in Situ

Para el cálculo del carbono liberado se consideró como 0.9 a la fracción oxidada durante la combustión –esta es la fracción de la biomasa quemada que en realidad se oxida en lugar de convertirse en carbón vegetal. Además, para la fracción de carbono de la biomasa aérea, quemada en el sitio, se asumió el valor por defecto de 0.5. La cantidad de carbono emitido por este concepto resultó 303,08 kt C en 1990 y 347,11 kt C en 1994.

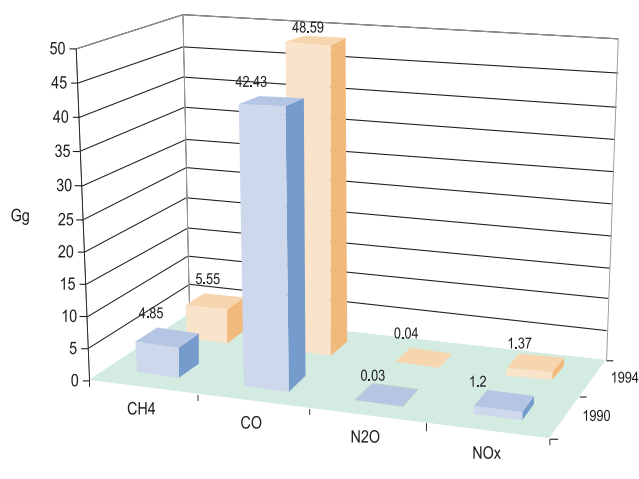
### 3.8.4 Quema in situ de Bosques: Emisiones de Gases Distintos del CO<sub>2</sub>

Toda quema de biomasa para la obtención de energía, así como la quema de las sabanas y bosques, y de los residuos agrícolas, es una fuente significativa de CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y NOx. En esta sección se calculan las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema in situ de bosques.

En la siguiente grafica se exponen los estimados de emisión obtenidos por este concepto para los años 1990 y 1994 y donde –como se observa– corresponden al CO los mayores aportes.

### 3.8.5 Emisiones y Absorciones de CO<sub>2</sub> en el Módulo “Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura”

En resumen, las emisiones y absorciones para el módulo, como se observa, entre 1990 y 1994 se

**GRAFICA No. 8. Emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema in situ de bosques (Gg). República Dominicana, años 1990 y 1994.**

produjo un incremento de la remoción neta de CO<sub>2</sub> en este módulo, de 966.03 Gg (5,667.14 Gg CO<sub>2</sub> en 1990 y 6,633.17 Gg en 1994). Estas remociones netas, proceden del balance obtenido en la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques, las quemadas en el bosque y fuera de este, así como la descomposición de la biomasa y las remociones producidas por el crecimiento de la biomasa en los bosques y otras reservas de biomasa leñosa.

El balance se inclina hacia las remociones, debido a los bajos volúmenes de madera comercial que se reportan como extraídos en esos años. Además, en la tabla aparecen las emisiones del resto de los gases que proceden de las quemadas que acompañan a las talas en la conversión de bosques, así como de los incendios forestales.

### **3.9 EMISIONES POR LA DISPOSICIÓN EN LA TIERRA DE DESECHOS SÓLIDOS**

En este módulo se aborda la estimación de las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) desde los vertederos de residuos sólidos (VRS) y el tratamiento de las aguas residuales, así como las emisiones de óxido nítrico ( $\text{NO}_2$ ) procedentes de las aguas albañales generadas por el hombre y las emisiones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{NO}_2$  procedentes de la incineración de desperdicios. La descomposición anaerobia de la materia orgánica, en vertederos de residuos sólidos, por parte de las bacterias metanogénicas es fuente de emisiones de  $\text{CH}_4$  que escapan a la atmósfera.

Para el cálculo de las emisiones, dada la ausencia de estadísticas detalladas en el país en este sector para el año de inventario, así como de estudios suficientes acerca de la generación de residuos sólidos, se procedió inicialmente a la estimación del total de residuos sólidos urbanos generados y eliminados en vertederos de residuos sólidos. Para esto, se determinó la población cuyos desperdicios se llevan a vertederos de residuos sólidos -fundamentalmente la población urbana y que se estimó en 7,110 000 personas en 1990 y 7,684,000 personas en 1994.

Entonces, a partir de la generación media per cápita estimada de residuos sólidos -0,75 kg/hab/día en 1990 y 1994-, los datos de población urbana, y considerando que el 90% de los residuos sólidos recogidos en áreas urbanas es dispuesto en vertederos de residuos sólidos, se estimó un total de 991,48 Gg de residuos "sólidos urbanos" dispuestos en vertederos para 1990 y 1,893,5 Gg de residuos sólidos dispuestos durante 1994.

El total de las emisiones netas anuales de este GEI, resultaron 58.02 Gg en 1990 y 110.79 Gg en 1994.

#### **3.9.1 Emisiones de Metano Procedentes del Tratamiento de las Aguas Residuales**

El tratamiento -bajo condiciones anaerobias-, de aguas residuales con elevado contenido de material

orgánico, incluidas las aguas residuales domésticas y comerciales y algunos efluentes industriales, puede dar origen a cantidades considerables de metano.

En el inventario se calculan, por separado, las emisiones generadas por el tratamiento de dos tipos principales de aguas residuales:

- Aguas residuales domésticas y comerciales.
- Efluentes industriales.

#### **3.9.1.1 Aguas Residuales Domésticas y Comerciales**

En los países desarrollados la mayor parte de las aguas residuales domésticas y comerciales son manejadas en instalaciones de tratamiento aeróbicas y lagunas. En los países en desarrollo, sólo una porción de estas aguas es colectada en sistemas de alcantarillado y la restante finaliza en fosas y letrinas.

Dada la falta de información local de calidad, en este sector, referente a los años 1990 y 1994, para el cálculo de las emisiones se utilizó un valor de 14,600 kg DBO/1000 personas/año a nivel general en República Dominicana. Este valor es el recomendado en las Guías para América Latina y otras regiones.

Estos datos proporcionan un estimado total de las aguas residuales orgánicas domésticas /comerciales generado en el país y que importaron en 1990 un total de 58,754 196,00 kg DBO/año y en 1994 66,863 036 kg DBO/año.

Esto proporcionó una emisión neta estimada de 2.82 Gg de  $\text{CH}_4$  en 1990 y 3.21 Gg de  $\text{CH}_4$  en 1994 -considerando como cero la cantidad de metano recuperado y/o quemado en antorchas.

#### **3.9.1.2 Efluentes y Lodos Industriales**

La emisión de los Efluentes y Lodos Industriales neta de  $\text{CH}_4$  se estimó en 1.34 Gg en 1990 y 5.97 Gg en 1994, considerando el total de los efluentes orgánicos procedentes de las fuentes industriales y el factor de emisión medio, así, como

cero la cantidad total de metano recuperado y/o quemado en antorchas.

### 3.9.1.3 Emisiones Procedentes de la Incineración de Desperdicios

Esta categoría de fuente está destinada a la determinación de las emisiones de GEI procedentes de la incineración de desperdicios en incinerado-

res. La incineración de desperdicios produce emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub> -aunque las emisiones de CH<sub>4</sub> se consideran que no son significativas. Este tema, es aún más complejo que el de los incineradores, pues es un proceso no controlado. Igualmente, se requiere una detallada caracterización de los desperdicios para abordar la estimación. Este es un tema de futuro análisis en el marco de la preparación de los inventarios.

**CUADRO No. 28. Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg). República Dominicana, año 1990.**

Categorías de Fuentes y Sumideros	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>3,049.59</b>	<b>149.59</b>	<b>2.74</b>	<b>55.31</b>	<b>393.47</b>	<b>65.22</b>	<b>77.06</b>
<b>ENERGIA</b>	<b>8,175.56</b>	<b>10.74</b>	<b>0.22</b>	<b>37.42</b>	<b>350.07</b>	<b>47.2</b>	<b>76.73</b>
A Quema de Combustibles (referencia)	9,751.41						
A Quema de Combustibles (sectorial)	8,175.56	10.69	0.22	37.34	349.95	45.41	75.47
1 Industrias de la Energía	1,871.5	0.06	0.002	4.01	0.3	0.10	*
2 Manufactureras y Construcción	2,340.06	0.42	0.07	7.83	35.62	0.75	*
3 Transporte	2,416.25	0.38	0.02	21.11	137.21	25.88	*
4 Otros Sectores	1,547.75	9.84	0.13	4.4	176.82	18.76	*
a) Comercial Institucional	3,43.69	0.08	0.002	0.16	1.16	0.14	*
b) Residencial	1,119.79	7.59	0.10	2.64	138.93	14.16	*
c) Agricultura/Silvicultura/Pesca	8,4.29	2.17	0.03	1.60	36.73	4.46	*
5 Otros	46.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*
B Emisiones Fugitivas	NO	0.05	NO	0.08	0.12	1.72	1.26
1 Combustibles Sólidos		NO					
2 Petróleo y Gas Natural	NO	0.05	NO	0.08	0.12	1.72	1.26
<b>PROCESOS INDUSTRIALES</b>	<b>541.1</b>		<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>18.02</b>	<b>0.33</b>
A Productos Minerales	541.1					14.52	0.33
B Industria Química	NO		NO	NO	NO		NO
C Producción de Metales	NO			NO	NO	NO	NO
D Otras Producciones				NO	NO	3.5	NO
1 Pulpa y Papel				NO	NO	NO	NO
2 Alimentos y Bebidas						3.5	
<b>USO DE SOLVENTES</b>						<b>6.95</b>	
A Aplicación de Pinturas						5.27	
B Otros						1.68	
1 Industria de las Impresiones						NE	
2 Usos de Solventes en el Hogar						1.68	
3 Polimerización de Asfalto						NO	
<b>AGRICULTURA</b>		<b>71.82</b>	<b>2.49</b>	<b>16.69</b>	<b>0.97</b>		
A Fermentación Entérica		56.63					
B Manejo del Estiércol		3.63	0.00				
C Cultivo del Arroz		10.72					
D Suelos Agrícolas			2.47				
E Quema Prescrita de Sabanas		NO	NO	NO	NO	NO	NO
F Quema de Residuos Agrícolas		0.84	0.01	16.69	0.97	NE	NE

## CONT. CUADRO No. 28

Categorías de Fuentes y Sumideros	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
<b>CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA</b>	<b>-5,667.14</b>	<b>4.85</b>	<b>0.03</b>	<b>1.20</b>	<b>42.43</b>		
A Cambios en Bosques y Otras Reservas de Biomasa Leñosa	-9,110.46						
B Conversión de Bosques	3,443.32	4.85	0.03	1.20	42.43		
C Abandono de Tierras Cultivadas	NE						
D Emisiones y Remociones desde el Suelo							
<b>DESPERDICIOS</b>	<b>NE</b>	<b>62.18</b>	<b>NE</b>				
A Disposición de Residuos Sólidos		58.02					
B Tratamiento de Aguas Residuales		4.16	NE				
1 Efluentes Industriales		2.82					
2 Aguas Resid. Domésticas y Comerciales		1.34	NE				
C Incineración de Desperdicios	NE	NE	NE				
<b>MEMO1</b>							
Bunkers Internacionales	37.4	0.00	0.02	3.05	9.89	0.51	0.05
Transporte Aéreo	30.1	0.00	0.02	2.94	9.81	0.49	0.01
Transporte Marítimo	7.3	0.00	0.00	0.11	0.08	0.02	0.04

NO- No ocurre. NE-No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1-No se incluyen en el total del Módulo Energía. Los valores con signo negativo indican absorciones netas. \* No se contó con la información necesaria para hacer la estimación por categorías de fuentes. Se efectuó un estimado agregado para la quema de combustibles.

**CUADRO No. 29. Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg).  
República Dominicana, año 1994.**

Categorías de Fuentes y Sumideros	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>8,369.48</b>	<b>227.45</b>	<b>2.55</b>	<b>79.27</b>	<b>558.82</b>	<b>75.46</b>	<b>116.34</b>
<b>ENERGIA</b>	<b>1,4359.25</b>	<b>15.73</b>	<b>0.32</b>	<b>53.48</b>	<b>509.42</b>	<b>63.38</b>	<b>115.95</b>
A Quema de Combustibles (referencia)	12,662.83						
A Quema de Combustibles (sectorial)	14,359.25	15.73	0.32	53.38	509.28	61.26	114.46
1 Industrias de la Energía	5,156.18	0.10	0.02	7.11	0.53	0.18	*
2 Manufactureras y Construcción	3,103.42	0.62	0.10	10.12	58.87	1.09	*
3 Transporte	4,600.74	0.49	0.02	27.48	178.18	33.86	*
4 Otros Sectores	1,490.73	14.46	0.18	8.64	270.69	26.13	*
a) Comercial Institucional	200.46	0.04	0.002	0.36	0.07	0.02	*
b) Residencial	1,239.8	8.87	0.11	5.04	177.26	14.82	*
c) Agricultura/Silvicultura/Pesca	50.47	5.55	0.07	3.24	93.36	11.29	*
4 Otros	8.18	0.003	0.0002	0.03	0.01	0.001	*
B Emisiones Fugitivas	NO	0.06	NO	0.10	0.14	2.12	1.49
1 Combustibles Sólidos		NO					
2 Petróleo y Gas Natural	NO	0.06	NO	0.10	0.14	2.12	1.49
<b>PROCESOS INDUSTRIALES</b>	<b>643.8</b>		<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>3.69</b>	<b>0.39</b>
A Productos Minerales	643.8					0.05	0.39
B Industria Química	NO		NO	NO	NO		NO
C Producción de Metales	NO			NO	NO	NO	NO
D Otras Producciones				NO	NO	3.64	NO
1 Pulpa y Papel				NO	NO	NO	NO
2 Alimentos y Bebidas						3.64	
<b>USO DE SOLVENTES</b>						<b>8.39</b>	
A Aplicación de Pinturas						6.57	



## CONT. CUADRO No. 29

Categorías de Fuentes y Sumideros	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
B Otros					1.82		
1 Industria de las Impresiones					NE		
2 Usos de Solventes en el Hogar					1.82		
3 Polimerización de Asfalto					NO		
<b>AGRICULTURA</b>	<b>86.2</b>	<b>2.19</b>	<b>24.42</b>	<b>0.81</b>			
A Fermentación Entérica	70.78						
B Manejo del Estiércol	4.58	0.00					
C Cultivo del Arroz	9.68						
D Suelos Agrícolas		2.15					
E Quema Prescrita de Sabanas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
F Quema de Residuos Agrícolas	1.16	0.04	24.42	0.81	NE	NE	
<b>CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA</b>	<b>-6,633.17</b>	<b>5.55</b>	<b>0.04</b>	<b>1.37</b>	<b>48.59</b>		
A Cambios en Bosques y Otras Reservas de Biomasa Leñosa	-1,0318.62						
B Conversión de Bosques	3,685.455	0.04	1.37	48.59			
C Abandono de Tierras Cultivadas	NE						
D Emisiones y Remociones el Suelo	NE						
<b>DESPERDICIOS</b>	<b>NE119.97</b>	<b>NE</b>					
A Disposición de Residuos Sólidos	110.79						
B Tratamiento de Aguas Residuales	9.18	NE					
1 Efluentes Industriales	5.97						
2 Aguas Resid. Domésticas y Comerciales	3.21	NE					
C Incineración de Desperdicios	NE	NE	NE				
<b>MEMO1</b>							
Bunkers Internacionales	86.690.001	0.00	0.04	0.04	0.005	0.36	
Transporte Aéreo	69.040.00	0.00	0.01	0.02	0.001	0.02	
Transporte Marítimo	17.65	0.0001	0.00	0.03	0.02	0.004	0.34

NO- No ocurre. NE-No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1-No se incluyen en el total del Módulo Energía. Los valores con signo negativo indican absorciones netas. \* No se contó con la información necesaria para hacer la estimación por categorías de fuentes. Se efectuó un estimado agregado para la quema de combustibles.



**CAPÍTULO**

# **4**

**VULNERABILIDAD  
& ADAPTACIÓN  
AL CAMBIO  
CLIMÁTICO**



## 4.1 VULNERABILIDAD & ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Según el PICC, la vulnerabilidad se define como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático. La vulnerabilidad es función de la sensibilidad de un sistema a los cambios del clima (el grado en que un sistema responderá a determinado cambio del clima, incluidos los efectos beneficiosos y perjudiciales), y de su capacidad para adaptarse a dichos cambios (el grado en que los ajustes introducidos en las prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o contrarrestar los posibles daños o beneficiarse de las oportunidades creadas, por efecto de determinado cambio del clima).

Estas repercusiones denominadas impactos del cambio climático son potencialmente considerables, siendo de gran beneficio poder evaluar dichos impactos con el fin de hacer posible la preparación de la sociedad para enfrentar las consecuencias adversas de estos cambios.

El aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero es debido fundamentalmente a la actividad humana, lo cual hace que cada vez sea más perceptible la influencia del hombre en el clima. Esto trae como consecuencia cambios en el sistema climático, los cuales tienen repercusión en las actividades socio-económicas.

Así, para poder representar y/o evaluar los impactos del Cambio Climático es necesario realizar proyecciones del clima futuro que permitan evaluar el comportamiento de los sistemas medioambientales. Estas predicciones del clima futuro son conocidas como Escenarios de Cambio

Climático, las cuales con una adecuada proyección del clima futuro nos ayudan a la adopción de medidas más eficaces y apropiadas.

Los estudios de vulnerabilidad y adaptación realizados en la República Dominicana se desarrollaron en cuatro áreas, incluyendo un estudio de escenarios climáticos.

Las cuatro áreas principales son:

- Sector Recursos Hídricos,
- Sector Recursos Costeros Marinos,
- Sector Agricultura,
- Sector Salud.

### 4.1.1 Escenarios Climáticos

#### • Introducción

Para la construcción de las proyecciones del clima futuro es necesario partir de cuál será la concentración de los gases de efecto invernadero presentes en la futura atmósfera. Estas proyecciones se hacen a través de escenarios de emisiones. Los escenarios de emisiones son representaciones aceptables de las futuras emisiones de gases de efecto invernadero, construidas a partir de diferentes suposiciones sobre el crecimiento de la población, la economía, la eficiencia energética y las políticas relacionadas con la limitación de las emisiones.

Las formas de evaluar la respuesta del sistema climático ante los cambios en el balance energético son diversas y van desde formas tan simples como la consideración del planeta como un solo punto, conocida como Modelo Climático Simple (MCS), hasta los modelos tridimensionales acoplados de la atmósfera y el océano de varios niveles tanto para la atmósfera como para el océano, conocidos como Modelos de Circulación General (MCG).

Existen varios grupos de escenarios de emisiones, entre los que se encuentran el grupo conocido por IS92 (a,b,c,d,e,f), presentados por el Panel Gubernamental de Cambios Climáticos (IPCC) en 1992 (Leggett et al, 1992). Estos escenarios han sido ampliamente utilizados en los estudios de vulnerabilidad y adaptación de diferentes países de la zona tropical, entre los que podemos citar Cuba, Guatemala, Panamá y Paraguay.

#### 4.1.2 Método empleado en la construcción de los escenarios climáticos de la República Dominicana

Para la simulación del clima futuro de República Dominicana se utilizó el método de representatividad, por lo que fue necesario diseñar una combinación de escenarios de emisiones y MCG que permitiera considerar la mayor incertidumbre posible.

Para la realización del estudio de vulnerabilidad y adaptación se definió un horizonte temporal, la evaluación que abarca como horizonte temporal cuatro plazos de tiempo: 2010, 2030, 2050 y 2100, con el objetivo de evaluar condiciones en fechas cercanas para poder sensibilizar a los decisores y a su vez, evaluar en fechas tan lejanas como el 2100 para medir el alcance de los impactos.

Para el desarrollo de los escenarios de cambio climático de República Dominicana se seleccionaron

como escenarios de emisiones, el IS92c, que es un escenario de emisiones débil, el IS92a, es un escenario medio que ha sido utilizado ampliamente en los estudios de vulnerabilidad y adaptación y el IS92f es un escenario de emisiones fuerte. También, se utilizó como línea base climática o clima de referencia, la cual debe estar lo menos afectada posible por el aumento de la temperatura observado y tener un cierto grado de fiabilidad. Es por ello que se considera el período 1961-1991 como un período adecuado para este fin, puesto que la calidad de las observaciones y de los equipos de medición hace posible la confiabilidad de las mismas.

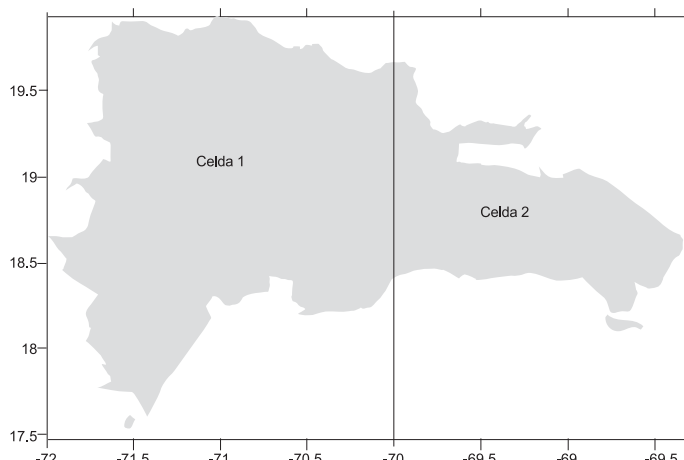
#### 4.1.3 Resultados

##### 4.1.3.1 Proyecciones del cambio futuro del clima en República Dominicana

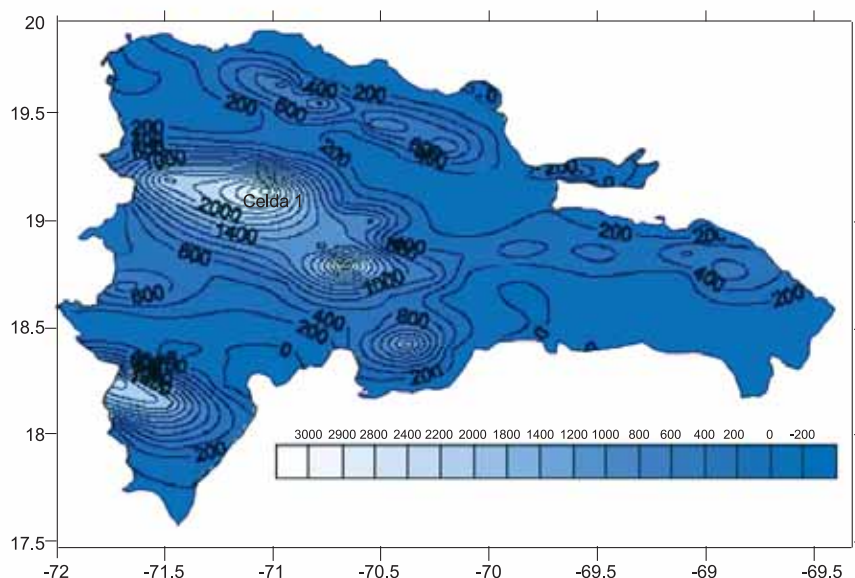
Como se muestra en el mapa No. 3, el análisis climático con el uso de estos modelos MCG y SCENGEN, divide la isla en dos grandes regiones, división que se da por separado para cada una de las celdas que caen sobre República Dominicana. Estas celdas dividen el país en dos regiones por el meridiano 70.

Las condiciones medias de temperatura y precipitación en cada una de estas celdas varían de una a otra, causado principalmente por la orografía, al estar las elevaciones mayores en la celda 1.

**MAPA No. 3.** Celdas de SCENGEN que cubren República Dominicana, en las que están disponibles los resultados de los MCG.



**MAPA No. 4.** Campo de alturas de la República Dominicana utilizado en la reconstrucción del campo de temperaturas para línea base climática.



Por otro lado, tal y como lo muestra el mapa No. 4, la construcción del campo de temperaturas de la línea base climática período 1961-1990, en el que se realizó un ajuste, por altura, a los valores de temperatura, utilizando el gradiente adiabático seco, para poder representar las temperaturas en las regiones montañosas donde no se contó con información.

#### 4.1.3.2 Proyecciones del aumento de temperatura, precipitación y ascenso del nivel del mar

En los siguientes cuadros se ofrece información de las marchas anuales del aumento de la precipitación y las variaciones de temperatura e incremento del nivel del mar, según los resultados de los modelos de escenarios con proyecciones de los años 2010, 2030, 2100.

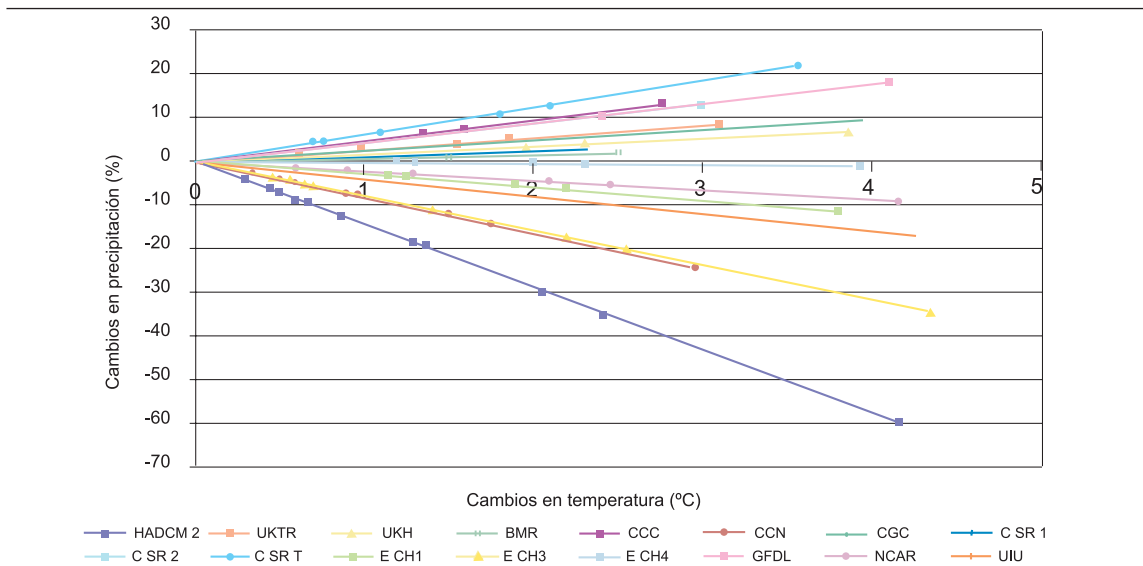
En la Gráfica No.9, se presentan los cambios de temperatura y precipitación promedio de las dos cuadrículas de SCENGEN sobre República Dominicana para los 16 MCG disponibles. Los valores corresponden a los escenarios de emisiones IS92a, IS92c e IS92f y las tres sensibilidades climáticas hasta el año 2100.

En sentido general, las proyecciones del clima considerando los tres escenarios de emisiones, muestran que el aumento de las temperaturas es casi uniforme para todos los meses, sólo en diciembre el aumento es menos fuerte, y que de acuerdo a los escenarios de emisiones seleccionados los valores de incremento del nivel del mar varían entre 12.71cm y 105.67cm, tal como se muestra en la cuadro 31, el cual muestra los valores de incrementos del nivel del mar para los escenarios de emisión seleccionados y los diferentes plazos de tiempo.

**CUADRO No. 30.** Marchas anuales del aumento de y las variaciones de temperatura y/o aumento o disminución de la precipitación.

Año	2010	2030	2050	2100
Temperatura °C	26.2	26.9	27.7	29.6
Precipitación mm	1,277.0	1,137.0	976.0	543.0

**GRÁFICA No. 9.** Cambios de temperatura y precipitación promedio de las dos cuadrículas de SCENGEN



**CUADRO No. 31.** Incrementos del nivel del mar (cm) según los escenarios de emisiones.

AÑO	IS92c	IS92a	IS92f
1990	0	0	0
2010	1.47	4.73	13.55
2030	3.77	12.33	26.73
2050	6.53	22.75	47.27
2100	12.71	55.19	105.67

## 4.2 VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En el presente estudio sobre “Vulnerabilidad y Adaptación de los Recursos Hídricos al Cambio Climático” se presenta una evaluación global de este fenómeno en el sector de los recursos hídricos, incluyendo consideraciones sobre la intrusión salina en las áreas acuíferas de la Planicie Costera Oriental.

Las fuentes de datos e informaciones fundamentales utilizadas fueron comunicaciones personales de los expertos dominicanos, publicaciones oficiales del INDRHI, de la Secretaría de Agricultura, del Programa de las Naciones Unidas para

el Desarrollo y datos básicos de la red de estaciones climatológicas de la Oficina Nacional de Meteorología y del INDRHI. También, se atizaron otros métodos como son:

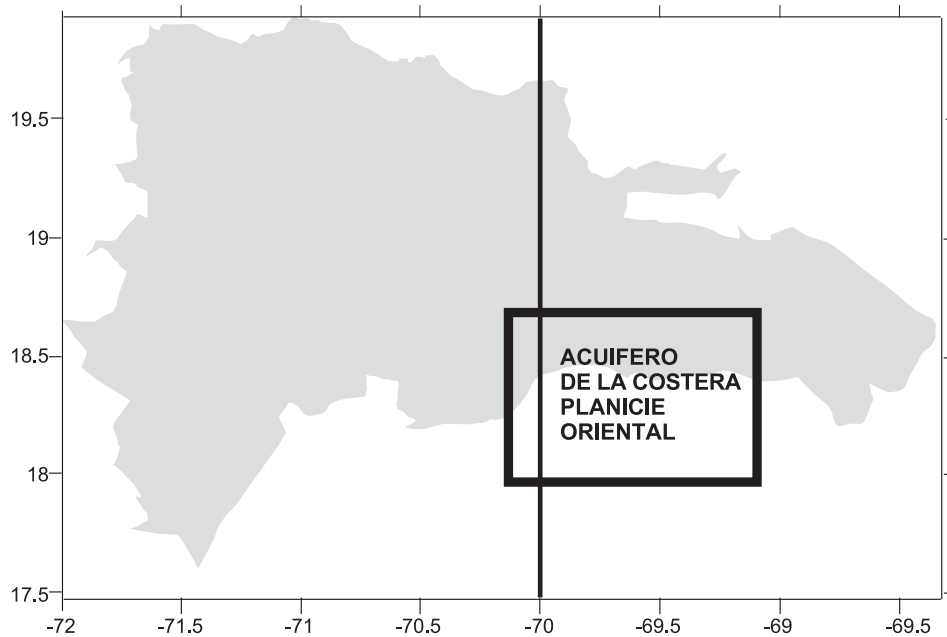
Juicio de experto, Estadísticos, Lámina de Lluvia, Evapotranspiración (Método de Thornthwaite, Método de Turc {1,2}), Evaporación Potencial (Método de Penman) Caudal total, Modelo de análisis de la intrusión marina,

La metodología utilizada en este estudio hace una selección del área de estudio y una evaluación a escala del país, utilizando la ecuación general del balance hídrico ajustada con los coeficientes de cambios calculados para la temperatura y lluvia media mensual, por medio de los modelos de circulación general de la atmósfera CSRT, ECH4 y HADCM2 para el escenario de emisión IS92, considerando varios niveles de sensibilidad.

Los modelos de circulación general de la atmósfera fueron calibrados para dos celdas que dividen al país por la longitud 70° W. En el caso específico de la valoración del impacto en el agua subterránea, se tomó como ejemplo las áreas acuíferas de la Planicie Costera Oriental (mapa 5).



**MAPA No. 5.** Cuadrículas de ajuste de los Modelos de Circulación General de la Atmósfera y área seleccionada para la evaluación del impacto en las aguas subterráneas



Para este estudio de Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos se tomaron los datos de láminas medias anuales de lluvia y escurrimiento correspondientes a la línea base (1961-1990), estimadas para el país, que oscilan alrededor del valor medio, sin mostrar tendencias claras en una dirección determinada. También, se trabajó con una red de estaciones pluviométricas compuesta por equipos de las redes que operan la Oficina Nacional de Meteorología y el INDRHI. La densidad de la red seleccionada es de aproximadamente 800 km<sup>2</sup> por equipo, valor satisfactorio para analizar globalmente la distribución espacial de la lluvia anual. Además, se tomó el marco temporal balance hídrico global para el país y regiones para los años 2010, 2030, 2050 y 2100. Para el agua subterránea se considera, además, la tasa de ascenso del nivel del mar obtenida con los modelos climáticos trabajados y, como análogo, observaciones reales hechas en Cuba (2.9 mm/año).

Las consideraciones sobre el deterioro de las reservas hídricas subterráneas sólo se hacen para

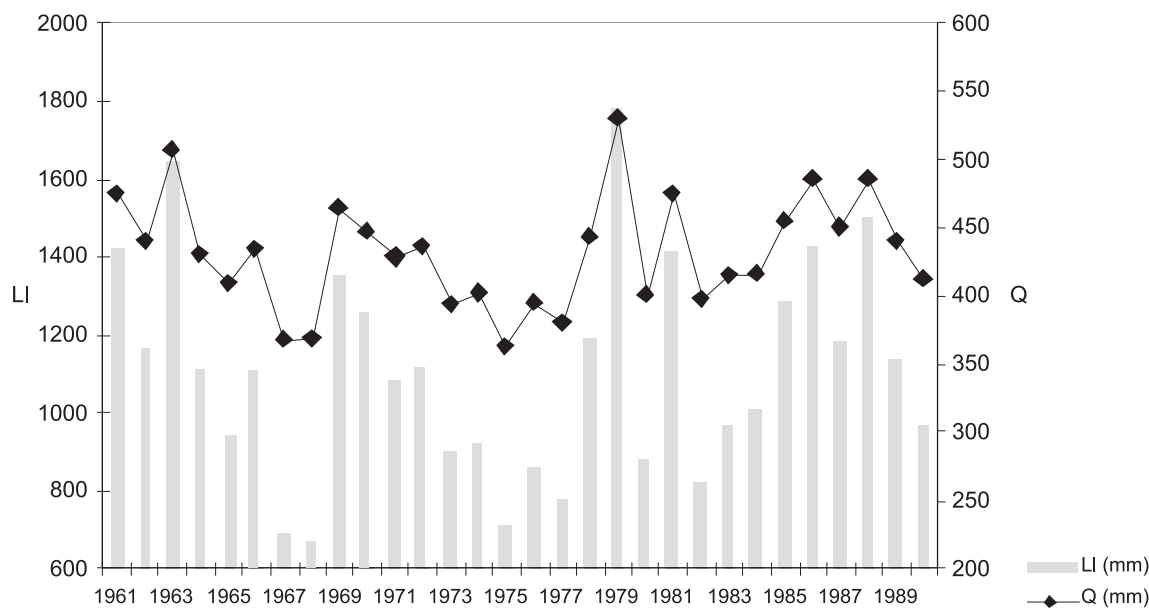
el año 2100, para apreciar con mayor claridad el impacto del cambio, toda vez que este es un proceso lento y complejo.

#### 4.2.1 Resultados

La lluvia es la única fuente de alimentación de los recursos hídricos. Estimaciones hechas por diferentes instituciones del país indican que la lámina media de lluvia anual es 1500 mm. El comportamiento espacio-temporal de esta variable está fuertemente marcado por las características del relieve; un informe de la Secretaría de Agricultura (1999), describe que la República Dominicana presenta regiones secas y húmedas que guardan relación con la distribución y orientación del relieve y los patrones característicos de vientos.

De manera general, en estas series y en las series de lluvia locales, se aprecia un incremento de la variabilidad extrema a partir del año 1977 y los picos que se observan en las mismas suelen coincidir con la actividad ciclónica como lo indica la grafica No. 10, sobre marcha anual de lluvia.

**GRÁFICA No. 10.** Marcha anual de la lluvia y el escurrimiento medio en República Dominicana. Serie 1961 – 1990



#### 4.2.1.1 Balance hídrico general

El valor de 16,949 millones de m<sup>3</sup> de agua obtenido en este balance implica que la cantidad de agua disponible para el desarrollo, según el criterio de Shiklomanov (IDEA), es de 1.8, lo que califica como Muy Baja la cantidad de agua sin explotar hidráulicamente; por otra parte, teniendo en cuenta la cantidad de agua que se explota en las principales obras hidráulicas del país (aproximadamente 2,393 millones de m<sup>3</sup>, agua almacenada y agua subterránea en explotación), se obtiene que el 14% de los recursos hídricos de la nación están regulados. Esto indica, siguiendo el Índice de Escasez de Agua, que las presiones sobre los recursos hídricos son Moderadas, convirtiéndose el agua en un factor que limita el desarrollo y que, por tanto, es necesario hacer esfuerzos para reducir la demanda y efectuar inversiones para aumentar los abastecimientos (UNESCO/OMM, 1997).

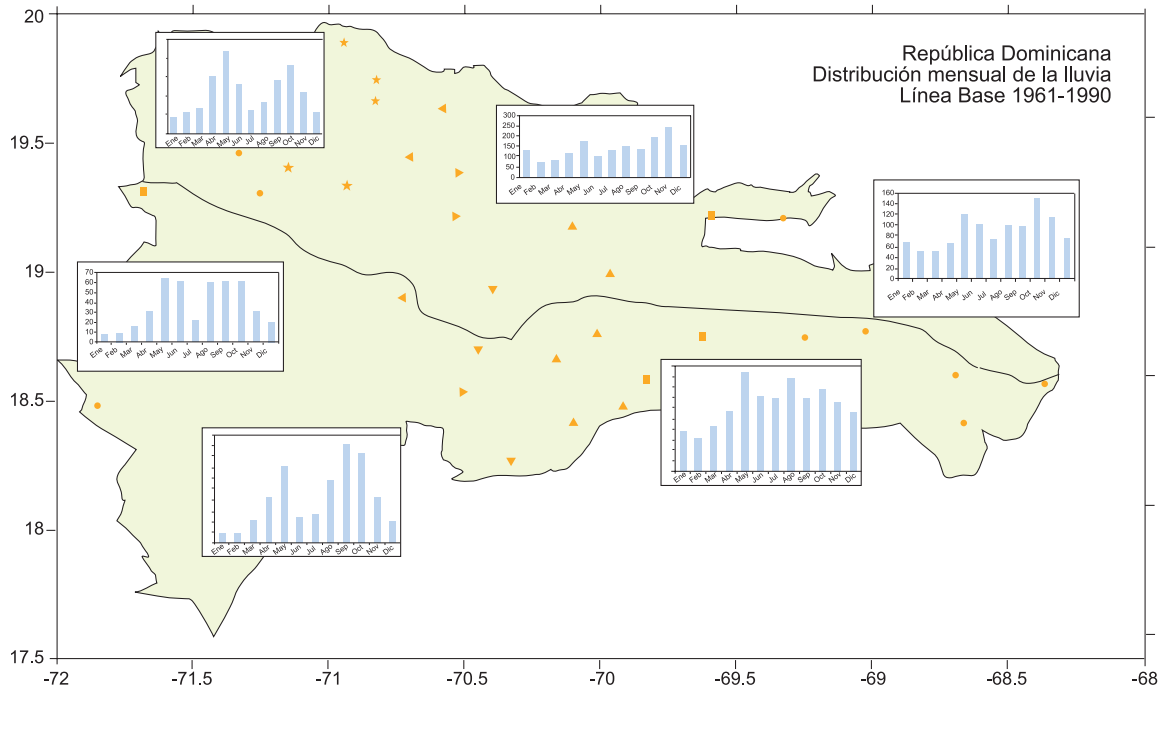
El siguiente mapa muestra el comportamiento estacional de la lluvia en diferentes localidades del país.

Por otro lado, las evaluaciones anteriores fijaban la disponibilidad total de agua en 22,505 millones de m<sup>3</sup> (INDRHI, PLANIACAS, 1983). Sin embargo, los resultados obtenidos con el balance hídrico hecho para la línea base muestra una disminución en el potencial de agua del país, en un orden del 25%.

El siguiente cuadro contiene el valor anual de los componentes del balance hídrico para el país en cada año, comprendido en la línea base, calculado por balance hídrico

Las evaluaciones hechas por el INDRHI, indican que no existe un sistema de control periódico de la variación de los niveles y la salinidad del agua subterránea, razón por la cual no se dispone de series cronológicas de observaciones que abarquen totalmente el período 1961 – 1990. El INDRHI, en asociación con la Consultora Aqualter, realizó un amplio “Estudio Hidrogeológico Nacional” que permitió reunir la información del agua subterránea existente, a la vez que mode-

MAPA No. 6. Distribución estacional de la lluvia. Línea Base 1961 – 1990



CUADRO No. 32. Valor de los componentes del balance hídrico en los años 1961 – 1990

Años	Lluvia (mm)	Ep (mm)	Er (mm)	Q (mm)	Años	Lluvia (mm)	Ep (mm)	Er (mm)	Q (mm)
1961	1562	1629	1127	434	1976	1281	1627	1007	274
1962	1438	1625	1077	361	1977	1231	1616	979	252
1963	1673	1650	1175	498	1978	1451	1624	1082	369
1964	1407	1619	1062	345	1979	1755	1689	1217	538
1965	1332	1641	1034	298	1980	1302	1645	1021	281
1966	1418	1635	1071	347	1981	1560	1629	1127	433
1967	1186	1638	960	225	1982	1289	1691	1025	264
1968	1189	1668	968	221	1983	1350	1651	1045	305
1969	1525	1620	1110	415	1984	1354	1615	1038	317
1970	1465	1590	1077	387	1985	1491	1611	1094	396
1971	1398	1625	1060	338	1986	1602	1696	1164	437
1972	1426	1648	1078	348	1987	1475	1677	1108	368
1973	1277	1573	991	285	1988	1600	1633	1143	457
1974	1307	1610	1015	292	1989	1437	1652	1084	353
1975	1169	1571	938	231	1990	1341	1634	1037	304

P: Precipitación calculada por el método de isoyético.  
 Er: Evapotranspiración real, obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981).  
 Ep: Evaporación potencial, Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981)  
 Q: Lámina de escurrimiento obtenida por ecuación de balance hídrico.

laron el comportamiento de los acuíferos fundamentales del país. Los principales acuíferos son de tipo abierto, es decir, que se encuentran en contacto directo con el mar, razón por la cual el fenómeno de la intrusión marina es uno de los procesos más significativos a tener en cuenta en la evaluación del impacto del cambio climático.

Con relación a la instrucción salina, si nos fijamos en gráfico No11, si bien este gráfico no es representativo de un comportamiento promedio del fenómeno de la intrusión, pero si da una idea del estado actual de la misma, reflejando una profunda penetración de la cuña marina, que alcanza aproximadamente 23 km por el sector del Río Casuí. Las estimaciones hechas con el Modelo de Ghyben – Herzberg determinan que la profundidad del punto medio de la zona de mezcla guarda una relación dulce / agua marina es de 1: 41.5 m.

El gráfico No. 11, muestra un perfil esquemático de la posición del punto medio de la zona de intrusión marina, elaborado con los muestreos realizados durante el Estudio Hidrogeológico Nacional (INDRHI - Aquateer, 2000).

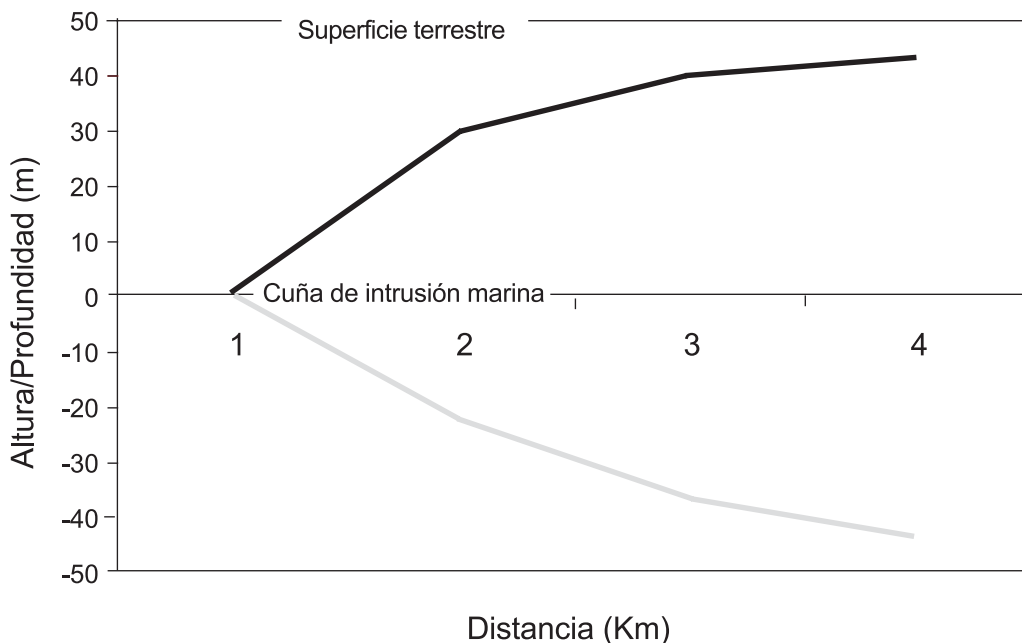
#### 4.2.1.2 Resultados del balance hídrico para cada escenario

El *Modelo CSRT* estima un calentamiento en los próximos 100 años del orden de los 0.7 OC y un 4% de incremento de la lluvia. Aunque la capacidad evaporante de la atmósfera y la evapotranspiración real aumentan, el comportamiento de la lluvia es suficiente para incrementar el escurrimiento total.

El *Modelo ECH4* plantea un aumento de 2.6 OC en la temperatura y una disminución de la actividad pluvial del orden del 10% en los próximos 100 años. Debido a lo anterior, los valores de evaporación potencial y evapotranspiración real aumentan y el volumen total de agua disponible en el país disminuye en un 28% respecto a la línea base.

El *Modelo HADCM2* muestra el escenario más dramático previsible desde el punto de vista de la disponibilidad de agua, si no se lograra una reducción significativa de la emisión de gases termoactivos. En este escenario climático se obtiene

**GRAFICA No. 11.** Perfil Cuña Intrusión Marina Acuifera Planicie Costera Oriental



un incremento de la temperatura de 4.2 0C y una disminución de la lluvia de aproximadamente 60% en los próximos 100 años. Como consecuencia de lo anterior, el volumen total de escurrimiento se reduciría en un 95% para el año 2100. La crítica situación descrita con este modelo coincide con los resultados obtenidos por la Oficina Meteorológica del Reino Unido en 1998, cuando señala que el Caribe Oriental será la zona más árida en cualquiera de los escenarios que sean modelados.

Para tener una idea del impacto de este escenario climático en los recursos hídricos, la distribución espacial de la lluvia y el escurrimiento total para el año 2100, se observa gran disminución del valor de estas variables, que muestra un cambio estructural que intensifica la transición de las zonas más húmedas a las más secas y una ampliación de las zonas del país históricamente más secas.

Si se considera que la tasa promedio de crecimiento de la población (2.31, según la Oficina Nacional de Estadística, citada por el PNUD, 2000) se mantiene como tendencia durante el presente siglo y se asume que la explotación actual de los recursos hídricos se mantuviera constante (alrededor de 3 mil millones de m<sup>3</sup> de agua anuales), se encuentra que los escenarios hidrológicos prospectivos pueden ser más severos, si no se adoptan medidas encaminadas a una gestión más racional del agua, incluyendo su protección.

### **4.2.3 Medidas de adaptación**

#### **4.2.3.1 Consideraciones generales**

Las medidas de adaptación en este sector deben ser acciones específicas a escala de proyecto, cuenca o región, para que respondan con eficacia a las particularidades de los sistemas para las que sean concebidas. También son admisibles medidas de alcance regional y en aspectos como el planeamiento, temas de tipo metodológico o educativos. Un elemento a considerar para el análisis de las medidas de adaptación, es la importancia que el sector tie-

ne para el funcionamiento y desarrollo de la mayoría de los sistemas ambientales, sectores económicos y la sociedad, lo que obliga a que dichas medidas deban ser integrales, de manera que sus beneficios satisfagan, en la medida de lo posible, a los intereses de todas las actividades que interactúan con el agua (Planos y Barros, 1999).

UNEP (1996) plantea dos tipos generales de medidas: (a) la adaptación para el suministro de agua y (b) la adaptación en la demanda de agua. Sin embargo, estas medidas son muy específicas y dejan fuera algunas acciones más generales como las estrategias y políticas aplicables a escala nacional, la vigilancia ambiental y la necesidad de adecuar ciertos procedimientos de cálculo, teniendo en cuenta cambios en la distribución espacio-temporal de las variables del ciclo hidrológico.

Las medidas de adaptación suelen ser costosas, siendo este el elemento más sensible para adoptarlas, sobre todo teniendo en cuenta el nivel de incertidumbre que existe en la magnitud del cambio climático. Sin embargo, existen medidas económicamente alcanzables, que tienen como principal virtud su utilidad desde el primer instante de aplicarlas y su aceptación bajo cualquier condición climática.

Según el IPCC (1990) las medidas de adaptación en el sector de los recursos hídricos plantean un conjunto de medidas que, en cualquier lugar o escenario climático, deben formar parte de una estrategia nacional de manejo del agua.

#### **4.2.3.2 Medidas de tipo estructural, planeamiento e investigaciones**

- Sincronización y unificación del uso del agua bajo una estrategia nacional
- Mejorar la medición y la vigilancia del ciclo hidrológico y el conocimiento y pronóstico científico
- Protección de la calidad del agua
- Prevención de las inundaciones
- Determinación de la flexibilidad y vulnerabilidad de los sistemas actuales de abastecimiento de agua.

#### **4.2.3.3 Medidas de adaptación en el suministro de agua**

- Optimizar los sistemas hidráulicos
- Modificación de la capacidad de almacenamiento y otras medidas de ampliación.

#### **4.2.3.4 Medidas de adaptación en la demanda de agua**

- Ahorro de agua
- Administración de la demanda mediante la fijación de precios
- Modificación de los sistemas de cultivo y labranza
- Mayor utilización de la energía hidroeléctrica.

#### **4.2.3.5 Medidas de adaptación en la República Dominicana**

Para proponer medidas específicas de adaptación y mitigación hay que tener un conocimiento profundo de la política y planes de desarrollo dentro del sector evaluado, siendo esto competencia de las autoridades nacionales.

No obstante, existe un paquete de medidas aplicables en el campo de los recursos hídricos, derivadas de los resultados alcanzados en este estudio, que necesariamente deben formar parte de los planes de desarrollo del sector. Estas medidas son las siguientes:

1. Los índices utilizados para evaluar la disponibilidad del agua indican que este recurso natural está sometido a presiones que pueden limitar el desarrollo del país. Sin embargo, el actual grado de regulación del potencial hídrico de la nación (14%) permite afirmar que existe la posibilidad de incrementar las reservas hídricas superficiales controladas, construyendo nuevos embalses y mejorando las capacidades actuales, con acciones que protejan a las estructuras hidráulicas del azolvamiento, proceso que parece ser muy importante en las cuencas del territorio nacional, o redimensionando los embalses.

2. Teniendo en cuenta lo anterior y la capacidad que existe en las instituciones relacionadas con el uso del agua, las medidas de adaptación y mitigación deben estar dirigidas también a incrementar la eficiencia en el manejo del agua y en la protección del recurso contra la contaminación, prestando especial atención al caso del agua subterránea por la fragilidad de este recurso.

3. Cualquier incremento de la infraestructura hidráulica del país como medida de adaptación o mitigación, es recomendable que se proyecte con un amplio enfoque de desarrollo sostenible, que incluya también la preservación y protección de los sistemas ambientales.

4. En el caso de las aguas subterráneas, sería recomendable estudiar la factibilidad de inversiones para la construcción de pozos y otras obras civiles para contrarrestar el efecto de la contaminación marina. Por otra parte, hay una serie de medidas de diseño y forma de explotación de los pozos que deberían ser evaluadas como vía para contrarrestar el impacto negativo de la explotación y de los cambios climáticos en los recursos subterráneos:

- Construcción de pozos de bombeo poco profundos, únicos o en baterías, trincheras u otras alternativas, para suplir las extracciones en lugares no adecuados para las técnicas tradicionales.
- Cambiar bombas de pozos profundos por bombas horizontales en las franjas costeras que lo permitan, evitando el succionamiento en profundidad y la salinización de las fuentes.
- Valorar la posibilidad de subir los impelentes en pozos de bombeo de las zonas costeras, con el objetivo de bombear en niveles superiores y con menos peligro de salinidad
- Reubicar las fuentes (pozos) en algunas de las zonas más bajas de los acuíferos costeros, a no menos de 2-3 km. de las costas, considerando

que la influencia directa del ascenso del nivel del mar pudiera llegar hasta 1.5 km. de la costa.

### 4.3 VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN DE LA ZONA COSTERA

Las zonas costeras se caracterizan por una rica diversidad de ecosistemas y un gran número de actividades socioeconómicas. Los ecosistemas se adaptan natural y dinámicamente a los cambios inducidos por los procesos costeros naturales en áreas donde el desarrollo de la infraestructura no es extenso y los ecosistemas se encuentran poco perturbados. Sin embargo, la mayor parte de la costa y sus ambientes enfrenta ya serios problemas derivados del desarrollo antrópico, lo que ha reducido la resiliencia y la adaptabilidad de los ecosistemas a la variabilidad climática, así como al ascenso en el nivel del mar. El cambio del clima exacerbará estos problemas, llevando nuevos impactos potenciales a los ecosistemas y la infraestructura humana asentada en la zona costera (Watson et al., 1997).

Los aspectos considerados en el presente reporte se han adaptado a los pasos recomendados por el Subgrupo de Manejo de la Zona Costera (CZMS) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1990).

#### 4.3.1 Definición del área de estudio

El borde costero de la República Dominicana se extiende por unos 1,570 km (824 km de costa atlántica y 752 km de costa caribeña), de los cuales 1,473 km corresponden a la Isla y 97 km a sus cayos e islotes. Las provincias costeras y sus numerosos cayos e islotes ocupan una extensión de 27,437 km<sup>2</sup>, o sea un 56.3% de los 48,730 km<sup>2</sup> de extensión total del territorio nacional. El 64% de la población total se asienta en las provincias costeras, lo que equivale a casi cinco millones de dominicanos. La plataforma insular es muy estrecha, con unos 5.3 km de ancho promedio. Su superficie alcanza unos 8,000 km<sup>2</sup> equivalente a un 16.5% de la superficie del país (Marcano, 2000).

El área de estudio definida en el presente reporte se refiere solamente a la zona costera de la Isla, tratando de ajustar lo más posible los probables impactos al entorno más cercano a la línea de costa. Para ello, en esta primera aproximación se trabajó solamente con los datos de las dieciséis provincias costeras. Sin embargo, se aclara que en el caso del análisis socioeconómico –particularmente en los asentamientos humanos– es imprescindible refinar la evaluación en sentido espacial, tratando de delimitar los sectores socioeconómicos que se asientan más directamente en el borde costero.

#### 4.3.2 Especificación de escenarios

Se tomaron los trabajos de línea base realizados por Limia y los escenarios climáticos de elevación del nivel del mar que se corresponden a la tendencia global identificada por el IPCC mediante los escenarios IS92 a-f, que consideran tres posibilidades:

- Un escenario optimista/bajo (IS92-c) que considera que el nivel del mar se puede incrementar en 12.71 cm, para el 2100, bajo la hipótesis básica de baja sensibilidad del clima (T=1.5 oC).
- Un escenario intermedio (IS92-a) que provoca una elevación del nivel del mar de 55.19 cm, para el 2100 (aerosoles constantes), sustentado en una sensibilidad intermedia del clima (T=2.5 oC).
- Un escenario pesimista/moderado (IS92-f) en el cual la elevación del nivel del mar se puede incrementar hasta 105.67 cm, para el 2100 (aerosoles constantes), sustentado en una alta sensibilidad del clima (T= 4.5 oC).

#### 4.3.3 Resultados

Todos estos cambios asociados a los nuevos escenarios meteorológicos de los eventos extremos son de especial importancia para la República Dominicana. La climatología de la región indica que la Isla se encuentra sobre una de las

trayectorias preferidas de los ciclones tropicales de la cuenca del Atlántico Norte, de modo que está amenazada anualmente por tormentas tropicales y huracanes. Su vulnerabilidad y riesgo están determinados por tener 1,473 km de costa, de las cuales 750 corresponden al Caribe.

#### 4.3.4 Ascenso del Nivel del Mar

El impacto más obvio cuando se piensa en ascenso del nivel del mar es precisamente la sumersión de las costas bajas que pasarán a estar totalmente cubiertas. Estos impactos pueden tener diferentes implicaciones según el tipo de costa que se trate y los ecosistemas que se desarrollen, pero será particularmente impactante en aquellos ecosistemas litorales emergidos, donde la influencia de los factores dinámicos como las mareas y el oleaje –que serán inevitablemente alterados- tienen un efecto más directo sobre su desarrollo.

Con un ascenso del nivel del mar moderado el impacto puede ser gradual y compensado; por tanto, por la evolución de los sistemas naturales en la medida en que éstos puedan exhibir tolerancia alta al ambiente cambiante. Sin embargo, con una temperatura mayor y un rápido ascenso, el impacto puede ser catastrófico y

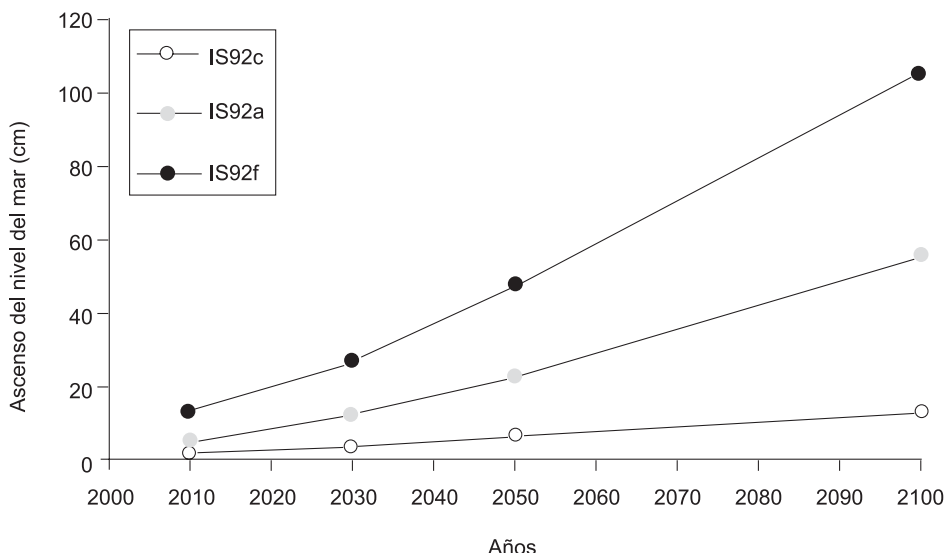
puede alterar seriamente la morfología costera. Los incrementos del nivel del mar, de acuerdo a los escenarios especificados, implican tasas de incremento anual diferentes, las cuales alcanzan entre 0.12 y 0.14 cm/año para el IS92c, entre 0.38 y 0.65 cm/año para el IS92a y entre 0.66 y 1.17 cm/año para el IS92f. Como muestra el cuadro No. 33.

**CUADRO NO. 33.** Tasas de incremento del nivel del mar (cm/año) para la República Dominicana según los escenarios de emisiones considerados.

Escenarios	Intervalos de años		
	2010-2030	2030-2050	2050-2100
IS92c	0.12	0.14	0.12
IS92a	0.38	0.52	0.65
IS92f	0.66	1.01	1.17

Además del incremento del nivel del mar, también parece que se espera un incremento en la tasa a la cual esto ocurra. Esto se observa en las variaciones de los valores, como se muestra en el cuadro No. 34, y en las pendientes de las curvas, gráfica No. 12.

**GRÁFICA No. 12.** Ascenso previsto del nivel del mar en la República Dominicana, de acuerdo a los tres escenarios de emisiones establecidos.





**CUADRO No. 34.** Incremento del nivel del mar (cm) para la República Dominicana, según los escenarios de emisiones considerados.

Escenarios	Años			
	2010	2030	2050	2100
IS92c	1.47	3.77	6.53	12.71
IS92a	4.73	12.33	22.75	55.19
IS92f	13.55	26.73	47.27	105.67

Un impacto potencial del ascenso del nivel del mar en la zona costera será la activación de dos importantes mecanismos que dan lugar a la pérdida de arena: la erosión y la inundación. También, la modificación del clima de olas -en particular su variación en el número, duración, energía y dirección del oleaje- (Saizar, 1996), pueden determinar un incremento de la erosión litoral impactante en las costas de fango, arena o grava, simplemente por el arrastre del sustrato particulado.

El ascenso del nivel del mar en sí mismo no es el único de varios factores climáticos que pueden impactar en áreas costeras. Los incrementos temporales y localizados del nivel del mar producidos por olas de tormenta son potencialmente más dañinos al causar inundaciones severas en áreas costeras bajas y aumentar la penetración interior de las olas generadas por el viento. La inundación por las olas de tormenta puede

coincidir con lluvias extremas, empeorando la situación de las inundaciones.

### 4.3.5 Incremento de la temperatura

Para la definición de escenarios de incremento de temperatura se utilizó la serie de 1961 a 1990, para diez provincias costeras, así, como los períodos del 2010-2100. Considerando los resultados del Modelo SCENGEN que subdivide al país en dos celdas y las diferencias que existen en el patrón térmico de la costa y el mar en las vertientes atlánticas y caribeñas, se diferenciaron cuatro áreas con el interés de analizar el efecto de la temperatura sobre la zona costera. Las áreas consideradas fueron: a) C1/RA Celda 1/Región Atlántica, b) C2/RA Celda 2/Región Atlántica, c) C1/RC Celda 1/Región Caribeña y d) C2/RC Celda 2/Región Caribeña, tal y como se muestra en el cuadro No.35

A nivel de valores promedios, los incrementos de la temperatura superficial del agua en la zona costera indican una diferencia DT ( $DT = T_{\text{actual}} - T_{\text{período dado}}$ ), del orden de 2.144, 1.843, 1.879 y 0.987 oC, para las áreas C1/RA, C2/RA, C1/RC y C2/RC, respectivamente, para el 2100. Quiere esto decir que para un escenario intermedio, la temperatura del agua en la costa sería como promedio de 1 a casi 3 oC, superior a la actual en ese período. En el caso del área C2/RC el promedio para el 2010 (25.997 oC) es

**CUADRO No. 35.** Incrementos promedios esperados de la temperatura del aire (oC) por celda y región costera del país para los escenarios climáticos establecidos.

Escenarios	Celda/Región	2010	2030	2050	2100
IS92c	C1/RA	26.821	26.921	27.121	27.221
	C2/RA	26.457	26.557	26.757	26.857
	C1/RC	26.923	27.023	27.223	27.323
	C2/RC	26.274	26.374	26.574	26.674
IS92a	C1/RA	26.921	27.321	27.821	28.821
	C2/RA	26.557	26.957	27.457	28.457
	C1/RC	27.211	27.611	28.111	29.111
	C2/RC	26.374	26.774	27.274	28.274
IS92f	C1/RA	27.121	27.821	28.621	30.821
	C2/RA	26.757	27.457	28.157	30.157
	C1/RC	27.411	28.111	28.911	31.111
	C2/RC	26.574	27.274	27.974	29.974

**CUADRO No. 36. Incrementos promedios esperados de la temperatura superficial del agua (oC)**

Celda/Región	1990	2010	2030	2050	2100
<b>C1/RA</b>	26.250	26.844	27.195	27.547	28.394
<b>C2/RA</b>		26.543	26.874	27.252	28.093
<b>C1/RC</b>	27.008	26.889 a	27.342	27.795	28.887
<b>C2/RC</b>		25.997 a	26.423 a	26.912 a	27.995

Patrón inconsistente debido al efecto de la correlación.

Cuadro de Incrementos promedios esperados de la temperatura superficial del agua (oC) por celda y región costera del país para el escenario climático IS92a, estimados a manera de ejemplo a partir de las ecuaciones de regresión

**CUADRO No. 37. Incremento de temperatura (oC) por regiones y períodos de tiempo para el escenario climático IS92a.**

Celda/Región	1990	2010	2030	2050	2100
<b>C1/RA</b>	24.60 – 28.10	24.85 – 28.52	25.18 – 28.93	25.43 – 29.26	26.26 – 30.17
<b>C2/RA</b>		25.22 – 27.67.b	25.25 – 28.01	25.88 – 28.42	26.62 – 29.33
<b>C1/RC</b>	26.00 - 28.20	24.97a – 28.68	25.40a – 29.21	25.72a – 29.64	26.78 – 30.81
<b>C2/RC</b>		24.38a – 27.20b	24.80a – 27.63b	25.23a - 28.16b	26.19 – 29.33

<sup>a</sup> Patrón inconsistente en el mínimo debido al efecto de la correlación. <sup>b</sup> Patrón inconsistente en el máximo debido al efecto de la correlación. Resumen de los intervalos de incremento de temperatura (oC) por regiones y períodos de tiempo para el escenario climático IS92a.

menor que el valor base (27.008 oC). Ello es inconsistente con el patrón de aumento y es una muestra del sesgo introducido por la correlación.

Sin embargo, como se observa en el siguiente cuadro, el efecto a nivel de valores máximos y mínimos refleja cambios mucho más notables. Dentro de 10 años, por ejemplo, la temperatura mínima invernal del agua en la región atlántica estará entre 0.3 a casi 1 oC superior al nivel base, mientras que la máxima de verano será superior en 0.4 oC. Con el incremento previsto hacia el 2100 las mínimas de invierno se irán acercando a las temperaturas actuales máximas de verano.

#### 4.3.6 Evaluación de impactos sobre la biodiversidad

A partir de un conjunto de trabajos científicos se logró identificar el grado de influencia de los principales factores de extinción de especies en los distintos ambientes climáticos del planeta. Estos estudios señalaron al uso de la tierra (cultivos, explotación ganadera) como el factor de mayor incidencia, seguido en importancia a es-

cala global por el cambio climático, las deposiciones de nitrógeno (provenientes de la quema de combustibles fósiles y de la lluvia ácida), los cambios en las características de la vegetación y el aumento del dióxido de carbono atmosférico. Se estima que debido al cambio climático global inducido por el ser humano, las distintas especies de animales que habitan en el planeta han sido y serán afectadas.

La información existente sobre los ecosistemas para las provincias costeras es heterogénea y dispersa, aunque existen algunas importantes revisiones. PRONATURA (1993) brinda el primer diagnóstico integrado de la zona costera marina. Posteriormente, CIBIMA (1994) ofrece un resumen de usos, impactos y ecosistemas de la biodiversidad costera y marina y lista unas 1,231 especies pertenecientes a 35 grupos taxonómicos. Más recientemente Ottenwalder, Herrera y Betancourt (1998) actualizan el conocimiento de la biodiversidad nacional, brindando nueva información de nuestros ecosistemas y listando 2,788 especies de 49 grupos taxonómicos.

Los ecosistemas más significativos en la zona costera y marina, incluyen: estuarios, lagunas

costeras, costas rocosas (bajas o acantiladas); pastos marinos, bancos oceánicos, playas arenosas, manglares y arrecifes coralinos. A los efectos de este análisis particularizaremos en los tres últimos, que resultan los más vulnerables a los impactos del calentamiento global.

Los organismos litorales y supralitorales como los mangles se adaptan para resistir temperaturas altas y a menos que el aumento de temperatura (por ejemplo en 1.5 oC) afecte el ciclo reproductor, la elevación de este factor tendrá efectos probablemente no medibles. Por tanto no es de esperar que los incrementos de temperatura pronosticados para nuestra zona costera afecten de manera observable nuestros manglares. Sin embargo, se espera un posible impacto por el ascenso del nivel del mar, aunque en general existe poca información sobre los manglares. Se plantea que sean capaces de tolerar el ascenso del nivel del mar, con tal de que otros tensores ambientales no cambien el equilibrio natural (Maul, 1989).

Por otra parte, el suelo del manglar alberga una importante biodiversidad adaptada al flujo y reflujo de la marea que podría ser drásticamente alterada por cambios en los factores que rigen sus ciclos diarios de conducta. Otro tanto ocurre con la fauna asentada en sus raíces, que puede verse afectada por los cambios bruscos de salinidad.

Los arrecifes coralinos dominicanos como un todo no deben tener un impacto demasiado severo por el ascenso del nivel del mar, asumiendo que el crecimiento individual de los corales se estima entre 1-20 cm/año y que la tasa de crecimiento del arrecife en su conjunto puede ser hasta mayor de 1.5 cm/año. Por ello, se considera que los arrecifes tendrán la habilidad de adaptarse al ascenso proyectado del nivel del mar en muchas partes de los trópicos (20 cm para 2025).

Pero el mayor impacto a nuestros arrecifes no debe estar asociado al incremento del nivel del mar, sino al incremento de la temperatura. Existen una variedad de factores físico-químicos que

determinan el desarrollo y la distribución de los arrecifes coralinos, y entre ellos el más importante es la temperatura.

#### **4.3.7 Evaluación de impactos socioeconómicos**

##### **4.3.7.1 Asentamientos humanos**

El impacto del cambio climático sobre los asentamientos humanos en la zona costera depende del tipo de infraestructura y sus usos. Algunas carreteras costeras, malecones y puentes tendrán que ser reparados frecuentemente, más aún si se incrementa la frecuencia de tormentas. Muchos reservorios de suplemento de agua, drenaje y alcantarillado tendrán que ser modificados en ciudades costeras.

El aspecto socioeconómico más perjudicial es el cambio del clima acoplado con el crecimiento y migración de la población a las ciudades costeras. Frecuentemente, el crecimiento de la población tiene lugar en las áreas de mayor probabilidad de impacto por cambios en el nivel del mar sobre todo en períodos climáticos extremos.

##### **4.3.7.2 Turismo**

Ninguna otra industria socioeconómica de la zona costera depende tanto de recursos naturales bien conservados que la turística. Esto es en tal medida, que puede afirmarse con toda seguridad que sin anchas playas de arena blanca, aguas transparentes, paisajes naturales atractivos, arrecifes coralinos coloridos y exhuberantes, y recursos pesqueros abundantes y sanos, el turismo costero no existiría. Se reconoce que el medio ambiente es un recurso sobre el que descansa la prosperidad de la industria turística, e indica que destinos turísticos consolidados han caído en desuso debido a la degradación ambiental local (Luca, 2000).

El cambio del clima y el ascenso del nivel del mar afectarán al turismo dominicano directa e indirectamente. La pérdida global de amenidades pondría en serio riesgo la viabilidad y amenazaría el mantenimiento a largo plazo de una

de las industrias más importante en la economía de muchas islas pequeñas (Watson et al., 1997).

De todos los posibles impactos del cambio de clima que afectan el turismo, ninguno es considerado más importante que la erosión de las playas arenosas por cuanto éstas constituyen la principal imagen del turismo tropical. La dificultad de evaluar cuantitativamente la erosión costera en nuestro país, ante la falta de datos sobre perfiles de playa o una base cartográfica adecuada ya ha sido analizada, pero a partir de algunos datos generales pueden hacerse algunas valoraciones globales.

#### 4.3.7.3 Pesca

No se espera que el impacto del ascenso del nivel del mar en las pesquerías sea grande, a menos que incremente la turbidez asociada a la erosión costera. El aumento en la turbidez podría tener un impacto negativo particularmente en pesquerías durante la fase temprana del ciclo de vida de algunas especies que se desarrollan muy cerca de la costa. Las especies de áreas estuarias pueden ser particularmente vulnerables si ocurren cambios de salinidad (Maul, 1989).

Por otra parte, tampoco se espera que un incremento moderado en la temperatura afecte significativamente a las pesquerías, excepto en lagunas someras donde la hipersalinidad pueda afectar la productividad. Particularmente, los juveniles tienen una crítica dependencia de la salinidad y la temperatura.

El incremento de los vientos a lo largo de las costas podría incrementar los procesos de afloramiento u otros cambios en la circulación y modificar la productividad. Las complejidades de los ecosistemas pueden verse afectadas por los incrementos de la temperatura, pero existe gran incertidumbre acerca de en qué medida las temperaturas afectarán las pesquerías tropicales, aunque hay evidencias que ya están ocurriendo migraciones de peces asociadas al incremento de las temperaturas costeras.

Lo que sí es cierto es que la actividad pesquera en el país podría verse afectada por los cambios

en la zona costera asociados al incremento del nivel del mar, la erosión y la mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos. Esto es más relevante aún si consideramos que la mayor parte de nuestra actividad pesquera es artesanal y los pescadores no cuentan con recursos técnicos ni materiales para hacer frente a los problemas derivados del cambio climático.

#### 4.3.8 Medidas de adaptación

Dado que algunas de las posibles medidas de adaptación tienen costos muy considerables, la incertidumbre inherente a la selección de los escenarios hace que se deba ser cauto con la adopción de medidas de adaptación que involucren ese tipo de costos.

Lo que sí debe hacerse es, por un lado, adoptar las medidas que producen beneficios en cualquier caso y, por otro lado, tener en cuenta la sensibilidad de cada lugar de la costa -vulnerabilidad- en el proceso de planificación (Saizar, 1996). En tal sentido, son valiosas todas las medidas que contribuyen a mitigar impactos antrópicos actuales no relacionados con el cambio climático, pero que su acción nociva torna más vulnerable la zona costera y sus ecosistemas.

- Repoblación vegetal, particularmente en los bosques costeros y en los manglares para lograr la restauración de áreas degradadas, poniendo atención a las regiones del país donde la cubierta boscosa costera ya ha sido previamente alterada.
- Restaurar y rehabilitar las zonas de humedales fluviales y costeras para posibilitar la anegación natural de grandes extensiones de tierra y mantener los balances hídricos.
- Eliminar las presiones actuales que reduzcan la capacidad de los ecosistemas costeros de responder al cambio climático, particularmente todas las formas de contaminación doméstica e industrial.
- Evitar la extracción de plantas y proteger la diversidad biológica para mantener e incrementar la capacidad de recuperación y adaptación

de los ecosistemas de humedales de forma que continúen prestando servicios importantes bajo distintas condiciones climáticas

- Prevenir la fragmentación de los humedales costeros, pues la conexión entre ecosistemas hace posible la migración de especies en respuesta al cambio climático y por ende el mantenimiento de vías migratorias es un enfoque racional.
- El mantenimiento del caudal de los ríos, incluido el caudal de estiaje, representa también un enfoque importante para mantener los sistemas de humedales.
- Evitar la reducción de todos nuestros sumideros, de CO<sub>2</sub>, tanto en la zona costera (manglares y bosques húmedo y semi-húmedo), como marina (fitoplancton, pastos marinos, campos de algas y arrecifes coralinos y su fauna asociada, especialmente especies asociadas a los procesos del carbonato de calcio).
- Preservación de los ambientes arrecifales desde las áreas de pastos marinos someras hasta el arrecife frontal profundo, implementando medidas de protección para sus diferentes zonas ecológicas y sus especies más importantes.
- Contribuir, mediante acciones de conservación, a evitar la reducción de la capacidad natural de nuestros ecosistemas costeros para enfrentar los impactos del cambio climático.

Nota: Los patrones que brindan los escenarios climáticos no pudieron ser corroborados con datos reales de las variaciones del nivel del mar en el país.

#### **4.4 EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS SOBRE LA AGRICULTURA Y LOS BOSQUES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**

Los escenarios de cambio climático necesarios para las evaluaciones de impacto en el sector agrícola y forestal son usualmente más complica-

dos que los de otros sectores, lo que conduce a un condicionamiento mutuo entre la complejidad del escenario que es posible crear en un momento determinado, según la información disponible, y los métodos y modelos de impacto que pueden ser utilizados. Por consiguiente, este trabajo sólo incluye los impactos biofísicos de primer orden del cambio climático sobre la agricultura y los bosques de República Dominicana y no los de orden más elevado. Esta evaluación preliminar es por tanto, en cierto sentido, análoga a la evaluación rápida realizada en Cuba (Rivero et al., 1998), y deberá ser extendida y completada en el futuro por los especialistas dominicanos.

Para obtener un diapasón amplio de posibilidades climáticas se utilizaron en el presente trabajo los escenarios de emisión de gases de efecto invernadero IS92c, con el modelo de circulación general CSIRO TR, el IS92a con el ECHAM4 y el IS92f con el HadCM2. Como puede apreciarse, la combinación del CSIRO TR con el IS92c resulta en un escenario muy benigno con variaciones climáticas favorables y poco sensibles. En cambio, la combinación del HadCM2 con el IS92f representa un escenario catastrófico que conduce a un clima excesivamente caluroso y seco de tipo semidesértico. El modelo ECHAM4 en combinación con el IS92a resulta en un clima más cálido con variaciones poco apreciables de las precipitaciones.

La Densidad Potencial de Biomasa (DPB), para los bosques dominicanos no pudo ser realizada por que no se disponía para este informe de la información topográfica y de suelo necesaria. Para la evaluación del impacto climático sobre los cultivos agrícolas anuales se empleó el modelo biofísico WOFOST 4.1

Por otro lado, los parámetros de impacto analizados para los cultivos de regadío fueron los rendimientos potenciales, así como el consumo de agua y la cantidad de nutrientes requeridos para producir tales rendimientos. Para el caso de los cultivos de regadío el modelo fue corrido 30 veces para cada fecha de siembra, en el clima base y en los escenarios climáticos futuros, tanto sin tomar como tomando en cuenta el posible efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.

Para simular las condiciones de secano, el modelo debió ser corrido 50 veces con condiciones climáticas medias de cada escenario, pero generando aleatoriamente la distribución mensual de los días con lluvia y los totales diarios de precipitación, según el generador interno del WOFOST 4.1. En este último caso deben simularse al menos 50 años en vez de 30, ya que esta es la cantidad necesaria de años para que se establezca la media de los rendimientos (Rivero et al., 1998).

#### **4.4.1 Vulnerabilidad de los bosques y formaciones forestales**

La productividad (potencial) primaria neta (PPN) de los bosques dominicanos en las condiciones del clima actual denota una productividad muy elevada en la zona geográfica coincidente con el máximo de las precipitaciones. Sin embargo, existen áreas de muy baja PPN ubicadas al Sur del macizo central.

La PPN de las formaciones forestales experimentará cambios trascendentales a lo largo del siglo XXI, pero estos cambios dependerán fuertemente de los escenarios climáticos previstos. Los dos escenarios más contrastantes son los asociados a los modelos CSIRO TR y al HadCM2.

En el escenario asociado al modelo CSIRO para el año 2050, tomando en cuenta el efecto de fertilización por CO<sub>2</sub> en su valor máximo esperado, las productividades crecen hasta un 21.2% en la zona de máximos valores actuales. Sin embargo, debe notarse que en las zonas de menor productividad el impacto del cambio climático no cambia apreciablemente la situación actual.

El escenario correspondiente al modelo HadCM2 para el 2050 representa una disminución drástica de las productividades y el fin de los bosques dominicanos en la segunda mitad del siglo XXI. Debe llamarse la atención sobre el hecho de que esta desaparición de los bosques es muy diferente a la que es anunciada por los ecólogos, ambientalistas y estudiosos de la biodiversidad a consecuencia de la acción directa del hombre (uso de la tierra, explotación intensiva, lluvias ácidas y otros factores). La diferencia radica en que en es-

te caso se trata de la desaparición total de las condiciones climáticas que permiten la existencia potencial del bosque. Tal impacto no podría ser evitado por las medidas de conservación y protección habituales que no pueden proteger los bosques del cambio de las condiciones climáticas.

#### **4.4.2 Vulnerabilidad de los cultivos agrícolas**

En un informe preliminar como este, resulta del todo imposible evaluar el impacto del cambio climático sobre todos los cultivos en todos los escenarios, fechas de siembra y localidades posibles. Por esta causa, se decidió en el presente trabajo evaluar sólo cultivos representativos de las grandes divisiones en que, de acuerdo al tipo de impacto esperado, pueden ser clasificados los cultivos agrícolas (Doorembos y Kassam, 1988). Esto incluye los cultivos de clima templado y ciclo fotosintético C3 como la papa, que es de hábito indeterminado, los cultivos de clima cálido con ciclo fotosintético C3 como el arroz y los que son de clima cálido con ciclo fotosintético C4 como el maíz. Estos dos últimos son de hábito determinado.

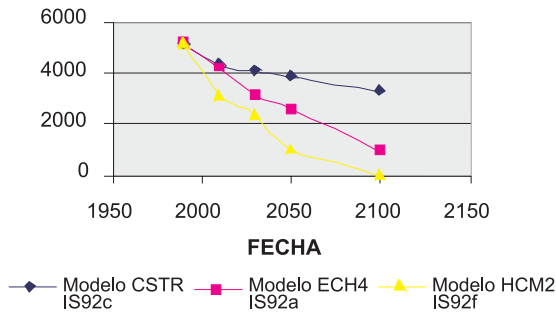
##### **4.4.2.1 El cultivo de la papa**

Los rendimientos potenciales de la papa, tanto sin tomar en cuenta (Gráfica No.13) como tomando en cuenta (Gráfica No. 14) el efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>, decrecen en todos los escenarios climáticos previstos durante el siglo XXI. Sin embargo, los resultados son más impactantes en el caso de los escenarios asociados al modelo HadCM2, ya que en la segunda mitad del próximo siglo se hace imposible el cultivo de la papa en República Dominicana.

Aunque parte del impacto negativo de los cambios climáticos sobre la papa en nuestra zona derivan de una disminución de la intensidad de la fotosíntesis y de un aumento de la respiración, una parte considerable de este es consecuencia del aumento incontrolado del tiempo requerido para el comienzo de la fase de formación de los tubérculos.

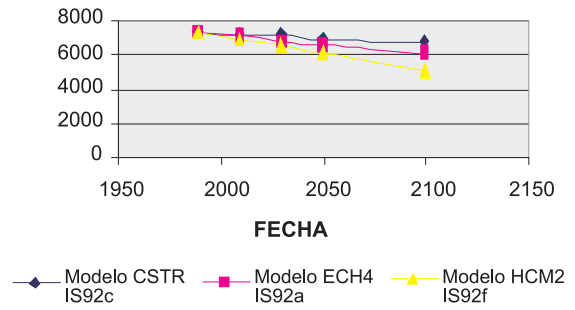
**GRÁFICA No. 13.** Rendimientos potenciales de la papa en S. J. de Maguana durante el siglo XXI sin efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.

Rendimiento Potencial de Papa sin CO<sub>2</sub>.  
Germinación 15 Diciembre



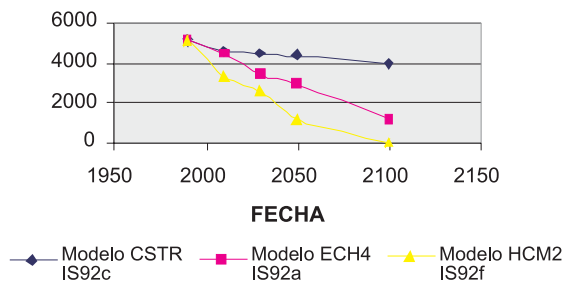
**GRÁFICA No. 15.** Rendimientos potenciales del arroz en S. J. de Maguana durante el siglo XXI sin efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.

Rendimiento Potencial del Arroz. Germinación 15 Enero sin CO<sub>2</sub>



**GRÁFICA No. 14.** Rendimientos potenciales de la papa en S. J. de Maguana durante el siglo XXI con efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>

Rendimiento Potencial de Papa con CO<sub>2</sub>.  
Germinación 15 Diciembre



#### 4.4.2.3 Cultivo del maíz

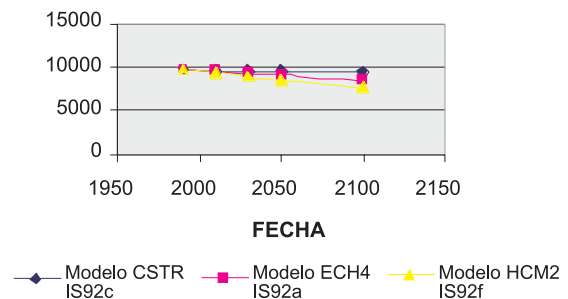
Se espera que este tipo de planta no reciba ningún efecto beneficioso notable, desde el punto de vista de la intensidad de los procesos fotosintéticos, del aumento de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>. Por esto, los rendimientos potenciales de regadío de este cultivo serán los mismos, disminuyendo durante todo el siglo XXI, con y sin efecto de fertilización por CO<sub>2</sub> (Gráfica 16). Una causa de la caída de los rendimientos a lo largo del próximo siglo resulta del acortamiento de la duración de las fases fenológicas de interés.

#### 4.4.2.2 Cultivo del arroz

Los rendimientos potenciales del arroz dependen de la época del año y, en la localidad estudiada, así, los rendimientos potenciales de arroz, sin tomar en cuenta el efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>, decrecen en todos los escenarios futuros (Gráfica No. 15) mientras que sus necesidades específicas de agua decrecen, dado su menor desarrollo foliar y el acortamiento del ciclo de producción. Esto no debe interpretarse como que el consumo de agua necesario para su cultivo disminuya; por lo contrario, este aumenta debido a una mayor evapotranspiración potencial en los escenarios climáticos previstos.

**GRÁFICA No. 16.** Rendimientos potenciales del maíz en S. J. de Maguana durante el siglo XXI, con y sin efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>

Rendimiento Potencial del Maíz. Germinación Mayo con y sin CO<sub>2</sub>



### **4.4.3 Medidas de adaptación**

#### **4.4.3.1 Las medidas de adaptación**

Es posible la adaptación al cambio climático, lo que implica que es posible la reducción o la eliminación completa de las pérdidas de todo tipo derivadas del cambio climático. Tal presunción es debatible, y será considerada sólo como una hipótesis de trabajo.

La adaptación al cambio climático puede rebasar el marco de un cultivo, tecnología específica de manejo, sector individual de impacto, área geográfica o nación. Generalmente la adaptación pudiera lograrse sólo a través de la aplicación de un paquete de medidas, y no por una medida aislada. Nuestro concepto es que la adaptación al cambio climático es, de modo similar al problema de la mitigación, un problema de carácter global.

Las políticas de adaptación deben tener en cuenta el proceso de desarrollo de la globalización actual de la economía mundial. El no hacerlo podría conducir a desastres (socioeconómicos) de mayor relevancia aún que el impacto directo del cambio climático. Es por eso que recomendamos enfáticamente la construcción de escenarios climáticos y políticas de adaptación regionales. Las metodologías internacionales recomiendan (Carter et al., 1995; Benioff et al., 1996; UNEP / IES, 1998), al igual que la lógica de realización, que las medidas de adaptación que se propongan sean evaluadas con los mismos modelos utilizados para estimar los impactos del cambio climático.

En general, no debe esperarse que medidas de adaptación simples logren revertir el impacto negativo de los cambios climáticos en zonas tropicales, en el caso de escenarios muy adversos. Para ello, si es que realmente resulta posible hacerlo, se requerirán, sin dudas, transformaciones más profundas y trascendentales que rebasan el marco de un sector, país o región.

#### **4.4.3.2 Bosques y plantaciones forestales**

Resulta muy difícil especificar medidas de adaptación para los bosques en caso de impactos negati-

vos considerables del cambio climático, así sea porque la actividad forestal es en sí misma una actividad protectora del medio ambiente. Aunque no fue analizado en nuestro informe, deberá tenerse presente que el proceso acompañante de elevación del nivel del mar representa un peligro adicional para los bosques costeros, incluyendo los manglares.

En primer lugar, los bosques actuales deberán ser protegidos contra la explotación indiscriminada fomentándose los planes de reforestación por técnicas científicas que garanticen la implantación de nuevos rodales. Resulta aconsejable en las zonas de condiciones más difíciles emplear técnicas de reforestación sucesional. Aunque económicamente no se justifique, siempre deberá tenerse presente la posible utilización del riego en zonas forestales, siempre y cuando la existencia de agua lo permita.

La búsqueda y obtención de especies forestales más tolerantes a la escasez de agua y las altas temperaturas debe recibir una alta prioridad. En casos extremos debe analizarse la introducción y extensión de especies exóticas tolerantes, especialmente en los casos de alto peligro de mortalidad masiva de los bosques existentes.

En el caso de que episodios de mortalidad masiva de los bosques sean inminentes, nunca deberá dejarse que esto ocurra sin haber previsto la recuperación económica de sus valores y la reconversión de las áreas forestales a un nuevo uso de la tierra científicamente justificado.

#### **4.4.3.3 Cultivos agrícolas**

En lo relativo a los cultivos principales se dispone de un conjunto considerable de medidas de adaptación potenciales que deben ser evaluadas. Todas ellas son también muy útiles, aún en las condiciones del clima actual. Tales medidas incluyen las siguientes:

Un mayor uso por los agricultores de los productos y servicios meteorológicos orientados hacia la agricultura. De no existir, tales productos deben ser creados. Entre estos deben señalarse el pronóstico a mediano y largo de las condiciones



climáticas previstas, sistemas de vigilancia y alerta temprana de la sequía meteorológica, agrícola e hidrológica, incendios agrícolas, plagas y enfermedades (Pérez et al., 1998). Debe crearse además un sistema nacional de pronóstico de los rendimientos y producciones agrícolas. De vital importancia resulta el establecimiento del riego por pronóstico.

Se recomienda de inmediato la confección de una regionalización nacional de cultivos acorde a la vocación agrícola de las tierras disponibles. Tal regionalización incluirá de seguro cambios en los calendarios de cultivo.

Otras medidas de adaptación recomendadas incluyen:

El desarrollo de programas educacionales, dirigidos hacia los agricultores, acerca de cómo conjugar las condiciones climáticas con la producción agrícola y el uso de métodos sostenibles.

La introducción de prácticas sostenibles de cultivo que conserven el suelo y la humedad de estos así como que eviten la salinización, la pérdida de materia orgánica y la erosión. Prácticas de conservación de la calidad del agua de riego. La aplicación de cambios en la tecnología de cultivo reforzando la disciplina tecnológica en la agricultura.

El desarrollo de nuevas variedades de cultivo resistentes a altas temperaturas y más tolerantes a la falta de humedad en los suelos. Además de las técnicas tradicionales de mejoramiento, debe abrirse la línea de la ingeniería genética.

La realización de un uso alternativo racional de la tierra en las zonas donde se hagan imposibles las labores agrícolas.

## **4.5 VULNERABILIDAD DE LA SALUD**

La salud de una población es el resultado de un proceso histórico de adaptación biológica y social a las condiciones del medio; es, a la vez, un

indicador del estado de las relaciones a lo interno de una sociedad y de esta sociedad con su ambiente natural. En este sentido, los cambios o variaciones climáticas pueden generar cambios en la adaptación (no sólo de la especie humana) sin que necesariamente ocurriese un cambio en las relaciones establecidas en la sociedad y de ella con los ecosistemas que le rodean. Los cambios y adaptaciones tendrán, por razón natural del proceso mismo de cambio, un impacto que diferirá en cuanto a la magnitud del mismo. Este se puede cuantificar en varias esferas, y los indicadores de salud, sensibles ante la variabilidad climática, son una herramienta ideal que permite determinar el impacto de los cambios.

La conexión entre el clima y la salud se puede considerar, en el mejor de los casos, como muy compleja. El clima cambia a través del tiempo, afectando a los sistemas ecológicos por medio de eventos directos e indirectos, los cuales influyen a su vez en las condiciones para el desarrollo de las enfermedades.

### **4.5.1 Situación de la Malaria en la República Dominicana**

Durante la primera mitad del presente siglo la malaria era la primera causa de muerte y una de las primeras causas de morbilidad en el país. Desde el año 1941 la vigilancia, prevención y el control de estas enfermedades estuvieron bajo la responsabilidad de la División de Malariología de la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS) hasta el año 1964, cuando fue creado el Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM) mediante la Ley 110, “con la finalidad de conducir la campaña de erradicación de la malaria en todo el país”

El análisis de los datos de los últimos diez años, distribuido geográficamente, también permite identificar dos patrones epidemiológicos. Por una parte, un patrón de transmisión endémica, que corresponde a 34 municipios ubicados en seis provincias. Estos últimos han producido en los últimos 10 años el 80% del total de casos registrados a nivel nacional y en ellos habita el 10% de la población del país. En estas zonas,

ocurren casos todos los años y durante todo el año con ciertas variaciones que dependen de los ciclos de producción agrícola y movimiento migratorio de trabajadores temporales.

Por otra parte, en los 124 municipios correspondientes al resto del territorio nacional, donde vive el 90% de la población, el comportamiento epidemiológico de la malaria es en forma de brotes, que con frecuencia ocurren donde se desarrollan grandes frentes de construcción en zonas rurales o semirurales, sobre todo en construcciones para uso turístico que atraen grandes conglomerados de trabajadores emigrantes de otras zonas de la isla donde hay transmisión endémica.

El análisis de la nacionalidad de los casos de malaria de los últimos cinco años muestra que solamente alrededor del 50 % de los casos es detectado en dominicanos y el restante porcentaje en personas de otras nacionalidades, a pesar de que más del 75 % de las muestras sanguíneas examinadas pertenecen a dominicanos, como es lógico esperar.

#### 4.5.2 Agente productor de la malaria en República Dominicana

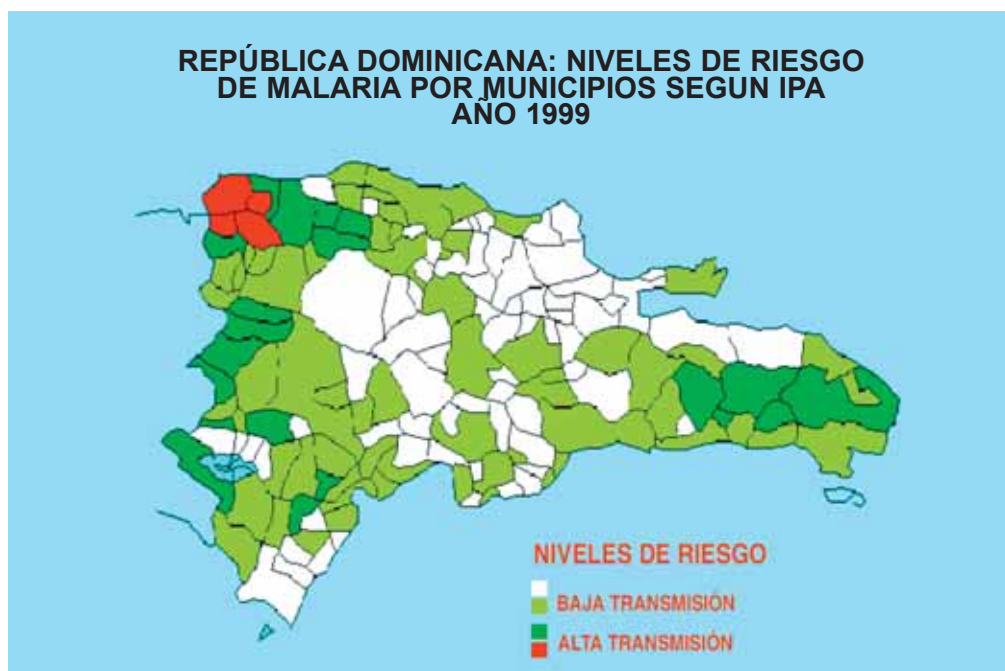
Desde los años 1967 y 1968, cuando fueron eliminados los últimos casos por *Plasmodium malariae* y *Plasmodium vivax*, respectivamente, la malaria autóctona del país, y probablemente de toda la isla La Española, es producida solamente por *P. falciparum*.

Posterior a los años señalados, siempre se ha podido demostrar que los casos detectados producido por *vivax* u *ovale* son importados de otros países, generalmente suramericanos o africanos. Tal parece también que guarda relación con las variaciones y cambios climáticos de acuerdo a las observaciones preliminares de la incidencia anual de la malaria y los cambios en la pluviometría

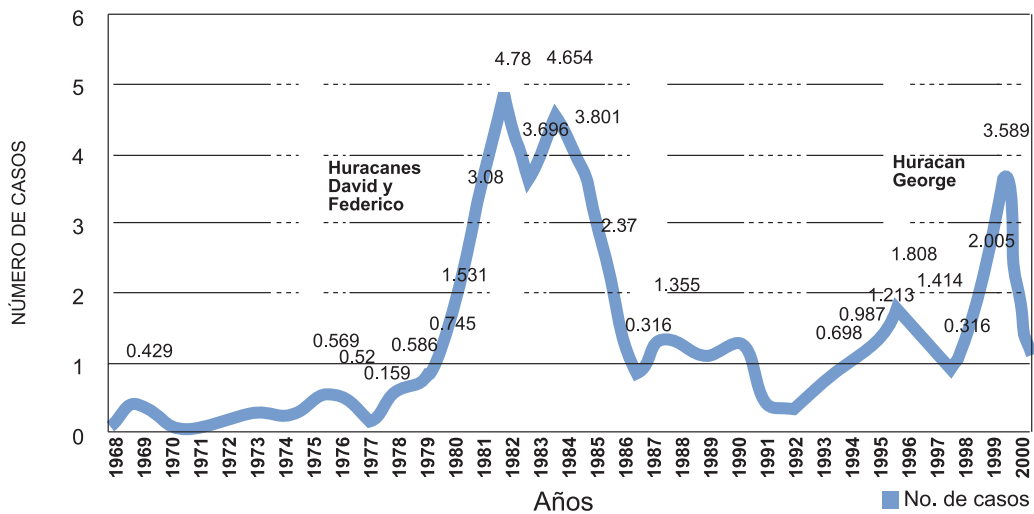
#### 4.5.3 Tendencia y distribución de la malaria en la República Dominicana.

Desde el año 1965, la malaria ha tenido un comportamiento de baja incidencia en la República

MAPA No. 7. Niveles de Riesgo de Malaria por Municipios. 1999



**GRÁFICA No. 17.** Números de casos anuales de malaria detectados durante el periodo de 1965-2000



El número de casos de año 2000 es hasta la semana epidemiológica 43

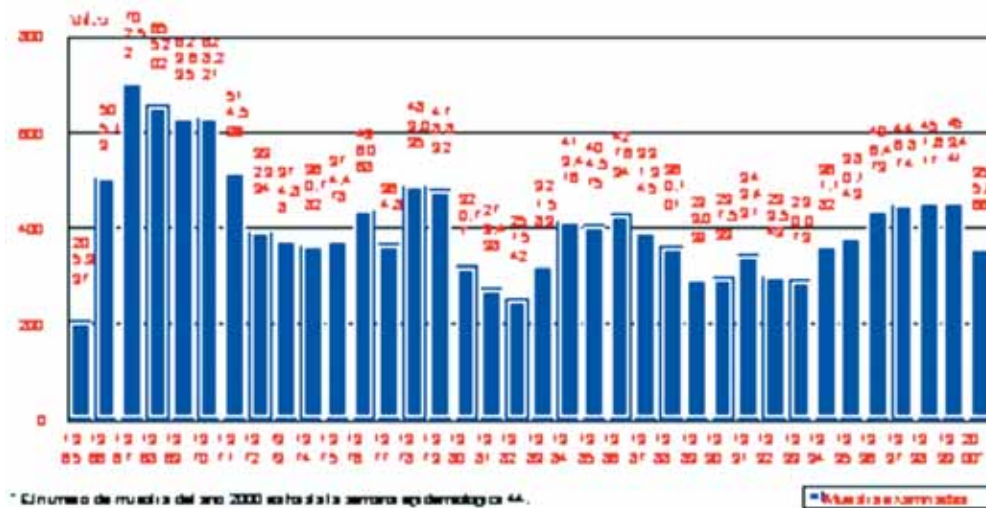
Dominicana, si se le compara con la incidencia de la mayoría de los países tropicales de América Latina. En el país solamente se detectaron cantidades importantes de casos en el período 1979-1984 y en el año 1999.

En el comportamiento anual de la malaria en el país, a partir del año 1965 se distingue primero una tendencia a la disminución de los casos, que termina a finales de la década de los años 70 y que posteriormen-

te cambia a una tendencia ascendente, para mantener el número de casos de la enfermedad en una meseta endémica que es evidente desde hace veinte años, como puede observarse en la gráfica No 17.

La baja incidencia de la enfermedad en el país se ha verificado aun manteniendo una adecuada vigilancia epidemiológica, de acuerdo al número de muestras sanguíneas examinadas cada año, como puede observarse en la Gráfica No.18. Ob-

**GRÁFICA No. 18.** Láminas examinadas para el diagnóstico de la malaria años 1965-2000



teniéndose, que en promedio, el IAES se ha mantenido alrededor de 60 láminas examinadas por cada mil habitantes desde el año 1965, con valores sustancialmente más elevados en los años 1967 a 1970 que correspondieron al período de la “campana de erradicación”.

#### 4.5.4 Variables epidemiológicas

El período para la línea base fue desde 1988 a 1994 y para realizar el ajuste de los modelos y los análisis de la variabilidad asociada al clima fue utilizado el período 1995-2000, ya que en esas fechas se observaron los puntos de cambio de tendencias y del comportamiento de sus patrones epidemiológicos.

#### 4.5.5 Método utilizado en la evaluación de los impactos

##### 4.5.5.1 Evaluación de los impactos físicos

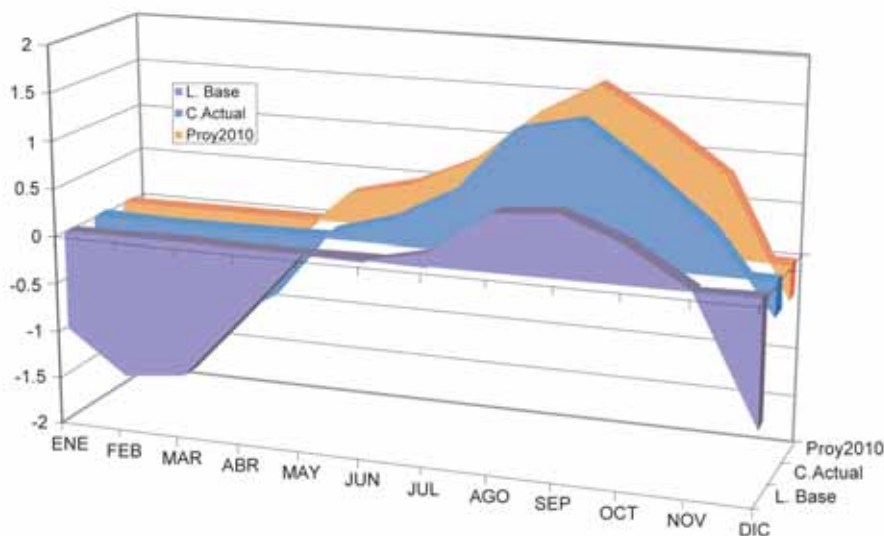
Existen evidencias científicas que demuestran que las enfermedades estudiadas en esta evaluación son susceptibles a los efectos del cambio climático

(Ortiz, 1995; Ortiz, 1996, CONAMA, CNCC, 1999; IPK, 1999). Muchos de los organismos biológicos y procesos ligados a la aparición de enfermedades infecciosas están especialmente influenciados por fluctuaciones en las variables climáticas, especialmente la temperatura, precipitación y humedad (McMichael, A.J, and others, 1996). El cambio climático regional ha alterado el patrón en el número de enfermedades infecciosas y enfermedades producidas por intoxicación alimentaria, entre otras.

En los epígrafes precedentes, se determinó que tanto el clima como las enfermedades presentan cambios significativos en los comportamientos de los patrones de la variabilidad y epidemiológicos, respectivamente, puesto que ambas series a partir de la década de los 90 daban señales de una persistencia en sus variaciones, que pudieran tomarse como las primeras señales del cambio en el clima, así como en el comportamiento de las enfermedades y sus respuestas a las variaciones del clima; es decir, se observa una tendencia secular (o a largo plazo) de la evolución de la variabilidad climática en el área de estudio.

**GRÁFICA No. 19.** Comportamiento del Clima en condiciones actuales. Proyección para el 2010

Figura 14. Comportamiento del clima según el IB, en línea base, condiciones actuales y su proyección para el 2010 en la zona este de la República Dominicana



**CUADRO No. 38.** Presentación por región de las respuestas diferenciadas a los impactos del cambio climático. Enfermedad % de Impacto del clima

Enfermedad	% de Impacto del clima
Malaria en la zona Este	20.0
Malaria en la zona Noroeste	16.0

Los resultados observados en las siguientes figuras señalan que las condiciones climáticas proyectadas para el 2010 para las regiones, ya comienzan a manifestarse en el período 1995 a 2000 con una tendencia al aumento de la frecuencia de la afectación por eventos cálidos, disminución de las precipitaciones, intensificación del veranillo y una marcada variación de los contrastes de las temperaturas máximas y mínimas dentro del mes, como consecuencia de las variaciones en el campo de presiones que está reflejando las variaciones en la circulación dominante del área (Anticiclón –Bermudas).

Es meritorio destacar, que la proyección al 2010 de ambas entidades presenta una tendencia al incremento de los casos y un reforzamiento de sus patrones epidemiológicos, en correspondencia con las tendencias observadas en el último decenio.

Como muestran los resultados del cuadro, cada región presenta una respuesta diferenciada a los impactos del cambio climático, en correspondencia con las características propias de la enfermedad, quedando evidenciado el peso que tiene el clima como elemento desencadenante o factor de riesgo modulador de estas enfermedades, que al combinarse con las condiciones socioeconómicas y las características físico-geográficas del lugar, hacen que se magnifiquen los impactos y que aumente la vulnerabilidad en el área de estudio.

Estos resultados reafirman la evidencia de que las zonas rurales son más vulnerables a la afectación de la malaria, debido a la pobre infraestructura hidrosanitaria de los mismos. Eso pu-

diera conllevar en algunos períodos estacionales a una sobre dimensión de los impactos.

Resulta interesante que aquí no hay una clara evidencia entre los brotes y las condiciones de eventos ENOS, ya que en 1999 se produjo un alza y no estábamos en condiciones de evento ENOS sino de AENOS.

#### 4.5.6 Medidas de adaptación

Uno de los objetivos fundamentales de la evaluación de los impactos del cambio climático es la identificación de medidas de adaptación al cambio climático. Es posible formular distintas estrategias de adaptación para reducir el impacto del clima en la salud humana. En general, tales medidas pudieran desarrollarse tanto en el ámbito de los individuos como de la población

Las condiciones climáticas que caracterizan ambas regiones en el país, conjugadas con la vulnerabilidad que presentan los ecosistemas, facilitan el desarrollo de los vectores y la transmisión de la malaria en el país. Resulta interesante, como ya se evidencian cambios en los patrones estacionales de la malaria, los cuales están relacionados con las variaciones observadas en el clima de la región, que tiende al reforzamiento de las condiciones cálidas con una tendencia a la disminución de las lluvias y expansión del período de más cálido, concordando estos resultados con lo esperado para la región del Caribe, a todo esto debemos añadir los siguientes resultados:

La primera medida es común a todas las entidades abordadas y se refiere a mantener informada a la población con la labor educativa sobre los riesgos o acontecimientos que se pudieran presentar. Esto permitirá una participación activa de la comunidad, dando soluciones locales, que permitan atenuar algunos de estos efectos. Para cada una de estas enfermedades deben identificarse o recomendarse medidas específicas, que permitan un impacto con el menor costo posible, para obtener una mayor eficacia en la reducción de los problemas de salud que debe afrontar el país en este nuevo siglo.

#### **4.5.6.1 Medidas de carácter global dirigidas a la estructura del Sistema Nacional de Salud**

1. Establecer una estrategia que facilite la implementación de las medidas de adaptación: en este sentido, el Centro Nacional de Control de Enfermedades Tropicales debe trazar una estrategia en cuanto a qué medidas implementar. Estas medidas deben conducir a mejorar la capacidad de respuestas frente a las variaciones y cambio del clima que permita disminuir la transmisión de la malaria con gastos mínimos, que no afecten de manera negativa a la población y que permitan fortalecer nuestro Sistema de Atención y la vigilancia epidemiológica.
2. Mejorar las estadísticas, la vigilancia y el conocimiento de las proyecciones futuras: esta medida va dirigida a fortalecer un sistema integral de observaciones de todas las variables relevantes, que permitan caracterizar las situaciones de la malaria y otras entidades de alta incidencia en el país, y donde estén incluidas explícitamente las variables climáticas. Ello permitirá la creación de un Sistema Integrado de Vigilancia, como parte de una red o sistema nacional, que facilite la predicción de las epidemias o la determinación de comportamientos de enfermedades fuera de su canal endémico. Como resultado, se podrá realizar una planificación más adecuada y racional de los recursos disponibles durante períodos de contingencia y reducir los efectos del impacto del cambio climático.
3. Conducir estudios para determinar la vulnerabilidad en el sector de la salud en unidades espaciales más pequeñas: se requiere crear un grupo de investigación que aporte conocimientos acerca de la vulnerabilidad del patrón epidemiológico de la malaria frente los impactos potenciales del cambio climático por regiones, en aquellas áreas o asentamientos humanos más sensibles a la afectación por enfermedades infecciosas y no infecciosas. De

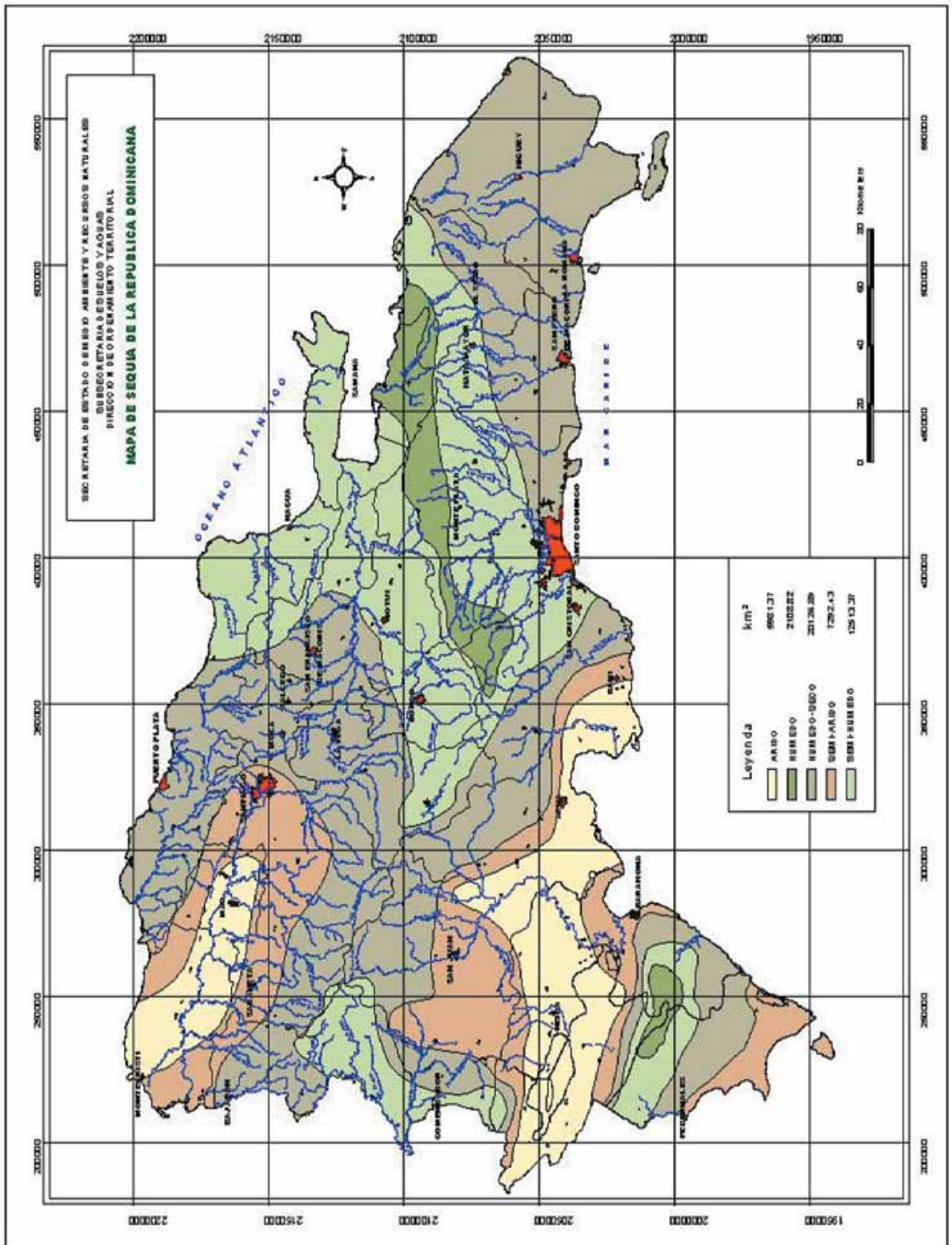
esta manera se pueden dirigir los recursos y aplicar modificaciones o medidas específicas en las áreas.

4. Educar y transferir tecnologías y asistencia financiera: esta medida está dirigida a establecer un programa educativo efectivo, que permita comprender adecuadamente las relaciones del clima y salud, así como propiciar la motivación para realizar investigaciones en esta línea. Para ello se debe incluir este tipo de programas en los planes de estudios básicos, universitarios y otras relacionadas con el campo de la salud. También se deben propiciar las condiciones para el uso de tecnologías que permitan la implementación de estas investigaciones de manera sistemática para que el clima no se continúe viendo algo ajeno a la salud y la Epidemiología. En este punto, es necesario asegurar los recursos financieros que permitan enfrentar esta nueva problemática sobre el cambio climático y sus efectos en la salud.

#### **4.5.6.2 Medidas de adaptación dirigidas a la malaria**

- Fortalecer la búsqueda activa de muestras de malaria e intensificar el muestreo de contactos mediante búsqueda activa.
- Realizar campañas de alerta y orientación a la comunidad y a los médicos cuando existan indicios de amenazas de brotes.
- Realizar mapas de las regiones endémicas del país, señalando las coordenadas de los distintos criaderos, para facilitar su seguimiento y manejo.
- Estudiar el comportamiento de los anofelinos para relacionar las variaciones en sus parámetros ecológicos con las variaciones climáticas.
- Determinar los momentos más idóneos para las acciones antivectoriales, a partir de las informaciones obtenidas de los modelos simulados del patrón espacial de la malaria y de las condiciones climática.







**CAPÍTULO**

**5**

**MITIGACIÓN**



## ACCIONES DE MITIGACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

### 5.1 MITIGACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

#### 5.1.1 Acciones realizadas para mitigar la emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

En su política ambiental, la República Dominicana, ha perfilado como una de sus principales prioridades la reducción de los gases de efecto invernadero. La tendencia global de la reducción manifestada en los acuerdos o protocolos mundiales como, los mecanismos disponibles en el Protocolo de Kyoto, tales como Comercio de Emisiones, Implementación Conjunta y Mecanismos de Desarrollo Limpio.

La República Dominicana con la aprobación de la Ley 64-00, del 18 de agosto del 2000, que crea la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, dio un paso importante para la implementación de acciones encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a través de la elaboración de normas ambientales.

Estas normas y parámetros de vertidos de desechos sólidos, y de emisiones a la atmósfera pretenden mejorar la calidad del aire para un ambiente más sano, mediante la regulación de las emisiones de fuentes fijas y móviles (vehículos de motor) y el buen manejo de los residuos sólidos, que es el problema más grave de la gestión urbana y ambiental del país, fundamentalmente en las principales ciudades como Santo Domingo y Santiago.

Una buena gestión de los residuos sólidos debe incluir generación, almacenamiento, recolec-

ción, transferencia y transporte, procesamiento y disposición final los mismos, de forma que armonice con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación de los recursos naturales y otras consideraciones ambientales (De León 1998).

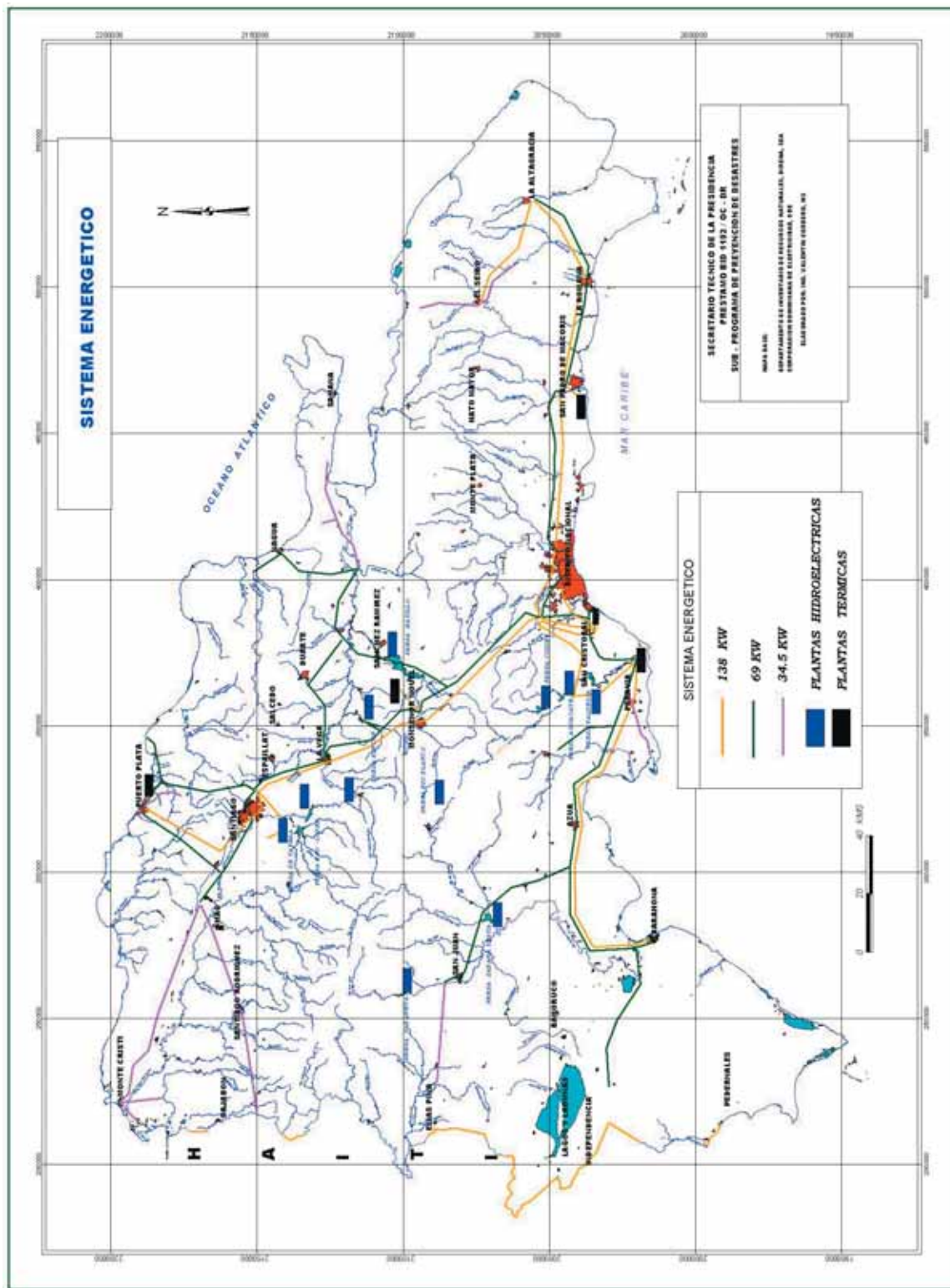
Tanto el control de emisiones en vehículos de motor como la regularización del manejo de los desechos sólidos contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero como el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), resultando de gran importancia para la generación de energía eléctrica el Metano capturado a partir de los vertederos de residuos sólidos y las aguas residuales tratadas, producto de la fermentación en la fabricación de cerveza y ron.

### 5.2 ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

La evolución de reforma del sector energético es un proceso que apenas empieza a definirse e integrarse dentro de los procesos del desarrollo sostenible del país. Dentro de sus aspectos más relevantes, el sector eléctrico, dado su fuerte vínculo con los demás sectores productivos del país, se encuentra inmerso en un proceso de capitalización, actualmente en desarrollo con capitalistas nacionales y extranjeros.

La capacidad instalada del sector privado pasó de 7.2% en el año de 1990 a 21% en 1995 y alcanzó los 31.6% en 1997, mientras la Corporación Dominicana de Electricidad, se redujo sosteniblemente de 192.8% en 1990 a 68.4% en 1997. Como parte de esta política de mitigación, la Re-

MAPA No. 10. Sistema Electrico Nacional



pública Dominicana, presenta una serie de proyectos hidroeléctricos, los cuales fueron estudiados y diseñados en el período comprendido entre 1978 y 1986.

### **5.3 ENERGÍA HIDROELÉCTRICA**

En la actualidad, el país cuenta con 18 hidroeléctricas en funcionamiento, con una capacidad de 401.30 MW, y con un aporte al sistema de 331.8 Megavatios, que representa el 21.6% de la energía generada, el 17.32 de pérdidas se debe a la sedimentación que presentan los embalses.

### **5.4 PROYECTO GENERACIÓN ELÉCTRICA AES**

Este proyecto plantea la generación de energía, con el uso de gas natural como combustible, a través de un gaseoducto que va desde Punta Caucedo hasta la planta eléctrica de Los Mina en Santo Domingo. El mismo incluye la construcción de planta de ciclo combinado de 300 Mw. y una línea de transmisión de 138 kV de 15.4 km (9.56 millas) por tuberías de 32.39 centímetros (12.75 pulgadas.), transportando gas natural a una terminal de importación y un tanque de almacenamiento para gas natural licuado con capacidad para 1 millón de barriles.

El proyecto es patrocinado por la Corporación AES, Arlington, Virginia, E.E.U.U. y el mismo es necesario para promover el uso del gas natural.

### **5.5 PROYECTO GENERACIÓN PARQUE EÓLICO GUZMANCITOS**

El parque eólico de 24,75 MW de potencia eléctrica bruta, estará integrado por 33 aerogeneradores tripala de peso variable de 750 kW de potencia nominal unitaria. Producción media bruta es de 77.000 (MWv/año), Producción media neta de 69.300 (MWv/año). Cada aeroturbina genera

energía a 690 V, la cual es elevada a 20 kV en un transformador de 1000 kVA de potencia aparente que lleva incorporado al pie de la torre.

El proyecto se encuentra ubicado en el área situada al NW de Guzmancitos, en las proximidades a la localidad de Guzmán, Puerto Plata, con un costo total 22.543.399 (US\$).

### **5.6 FUTUROS PROYECTOS ENERGÉTICOS EN LA RD**

#### **5.6.1 Propuesta de estudio para mitigación de Gases de Efecto Invernadero en el sector energético**

El estudio para la mitigación de gases de efecto invernadero comprende la identificación de las mejores alternativas para el desarrollo de la infraestructura de oferta de energía, con la cual se realice el abastecimiento de la demanda esperada en los distintos sectores económicos, considerando un escenario no menor a 20 años.

De esta forma, el estudio identificará los consumos esperados por tipos de fuente en los sectores industria, transporte, residencial, comercio, servicios, público, agrícola, construcción y otros, estableciendo las opciones más convenientes de composición de la canasta energética y características del equipamiento de consumo en cada subsector, de modo que el impacto medio ambiental sea el menor posible.

A partir de las características esperadas de la demanda de energía para el horizonte de prospectiva, se establecerán las mejores opciones de operación y desarrollo de centrales eléctricas, instalaciones para procesamiento de hidrocarburos, alternativas de comercio exterior de energéticos, programas de eficiencia energética, uso racional de energía y políticas de manejo de los recursos naturales que permitan alcanzar la adecuada mitigación de gases de efecto invernadero, respecto de la línea base.

La metodología de prospectiva de OLADE considera dos componentes: el primero es la metodología de construcción de escenarios futuros, en la que se identifican los eventos y condiciones de tipo económico, energético, político, social y ambiental, que se podrían presentar a mediano y largo plazos, y que inciden en el desarrollo y comportamiento del sector energético.

El segundo componente es el sistema de Simulación y Análisis de Sensibilidad de Prospectiva, que es una herramienta en computador, en la cual se registran en forma cuantitativa los escenarios previsibles, se aplican en forma automática los modelos de oferta y demanda de energía y se obtiene la prospectiva para cada uno de los escenarios definidos.

La metodología para la construcción de escenarios considera en primera instancia el hecho de que se debe planificar para el futuro y, dado que no tenemos completa certeza de las condiciones y eventos futuros que se pueden presentar, se requiere, primero, identificar los eventos que incidirán en el desarrollo energético; segundo, establecer los niveles o la mayor o menor intensidad con que se pueden presentar, así como la interdependencia entre cada uno de ellos.

Para llevar a cabo la totalidad del proyecto se requiere de un total de 22.5 meses de consultores, que estarían a cargo de funcionarios y especialistas de OLADE. Se realizarán 5 misiones técnicas a la República Dominicana para realizar talleres de capacitación y presentación de resultados de las distintas actividades. OLADE aportaría US\$ 42,188 y la República Dominicana US\$ 192,810.00, este monto será aportado por UNFCCC a través de Facilidades Ambientales Globales y administrado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el país.

#### **5.6.1.1 Entre los objetivos específicos de este proyecto, se encuentran:**

Análisis de la evolución del sector energético.

Estudio detallado de la matriz energética y perspectivas actuales para su desarrollo.

Formulación de un escenario de referencia para establecer la Línea Base.

Cálculo de la prospectiva de referencia para el desarrollo del sector energético y su impacto ambiental.

Determinación de la Línea Base de desarrollo del sector energético.

Formulación de escenarios previsibles de desarrollo del sector energético.

Cálculo de la prospectiva de oferta y demanda de energía para los escenarios alternativos y cuantificación del impacto ambiental de cada uno de ellos.

Identificación de planes y estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero para los escenarios de prospectiva energética, teniendo en cuenta los mecanismos previstos en el Protocolo de Kyoto y otros que sean aplicables.

Obtener el escenario de mitigación de gases de efecto invernadero.

#### **5.6.2 Proyectos de generación energía a base de hidroeléctricas**

Durante el período 1978-1986 el Estado dominicano a través de la Corporación Dominicana de Electricidad con la Dirección de Desarrollo Hidroeléctrico, contrató empresas consultoras extranjeras para la formulación y elaboración de 23 proyectos hidroeléctricos que correspondían a esquema de desarrollo en la mediana y alta montañas, con la característica de que la producción de energía eléctrica no dependiera tanto del caudal del agua, sino más bien de la caída.

Todos los proyectos fueron abandonados en 1986, a pesar de ser una alternativa de gran importancia económica para el país al reducirse la importación de petróleo, y mejorarse la capacidad de generación de energía eléctrica, que era deficitaria en ese momento. En los momentos

actuales, gran parte de la generación y distribución de energía ha sido privatizada y la mayoría de las plantas generadoras dependen de combustibles fósiles, los que hace más caro el KW para el consumidor.

Los 23 proyectos hidroeléctricos, en caso de ser construidos aportarían al sistema eléctrico nacional una capacidad de 596.40 MW,

una energía firme anual de 1,133.13 GWH, con una media anual de 1,726.73 GWH. En el cuadro No 39 se presentan, a continuación, cada uno de los proyectos con su capacidad de generación, y el costo de construcción de los mismos.

#### 5.6.2.1 Cuadro No 39. Proyectos hidroeléctricos futuros

PROYECTO	POTENCIA INSTALADA (MW)	ENERGÍA FIRME (GWH/AÑO)	ENERGÍA MEDIA (GWH/AÑO)	COSTO (US\$ x 10**6)	AÑO	ESTADO
Manabao – Bejucal - Tavera	104.80	218.00	290.00	153.400	1986	Diseño Definitivo
Las Placetas	87.00	187.00	331.00	161.600	1986	Diseño Definitivo
El Torito - Los Veganos	14.90	31.60	67.50	57.108	1984	Diseño Definitivo
Palomino	98.80	135.60	150.10	152.200	1989	Prefactibilidad
Alto Jimenoa	34.00	72.00	80.00	93.070	1984	Prefactibilidad
Piedra Gorda	37.00	75.00	129.40	88.951	1984	Prefactibilidad
Pinalito	39.00	84.40	136.20	100.780	1984	Prefactibilidad
Valdesia	21.00	29.33	29.33			Identificado
Hondo Valle	13.50	28.30	48.00	38.480	1990	Factibilidad
La Hilguera	15.20	32.00	57.90	34.950	1990	Factibilidad
Los Jaiminez	6.40	13.60	27.10	18.430	1990	Factibilidad
Los Guanos	11.20	21.60	35.40	31.366	1990	Prefactibilidad
San Pedro - Las Avispas	18.60	39.40	55.90	47.813	1990	Prefactibilidad
Bonito	17.90	38.34	53.64	47.100	1981	Prefactibilidad
Masipetro	16.50	34.20	47.83	36.560	1981	Prefactibilidad
Los Plátanos	7.00	14.98	24.99	31.390	1981	Prefactibilidad
Yasica	14.00	24.40	30.85	23.000	1987	Prefactibilidad
Arroyo Gallo	12.60	30.98	42.05	35.000	1986	Diseño Definitivo
La Diferencia	11.00	22.40	30.41	25.000	1986	Diseño Definitivo
Expansión Hatillo	16		44.131		2000	Identificado
Trasvase Río Mahomita			15		2000	Prefactibilidad
TOTAL	596.4	1,133.13	1,726.73			

Fuente: Corporación Dominicana de Electricidad, Generadora Hidroeléctrica

## 5.7 PROYECTO EDUCATIVO “EDUCACIÓN FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DEL PÚBLICO”

En lo referente al Artículo 6 “Educación, Formación y Sensibilización del Público” de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la República Dominicana ha elaborado una guía educativa titulada

“Guía para la Educación Inicial sobre Cambio Climático”.

### 5.7.1 Objetivos:

Despertar en los estudiantes, la idea de los problemas que afectan el ambiente local y global, así como también fomentar el desarrollo de los valores que generan las acciones positivas hacia la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

Haciendo énfasis en los valores ambientales, para crear en los alumnos y alumnas la responsabilidad y el compromiso de conservar, proteger y respetar la biodiversidad y su intercambio de materia y energía que se dan entre los seres vivos y su entorno.

### 5.7.2 Propósitos generales:

- Proveer al maestro(a) de una herramienta didáctica sobre cambio climático, que le permita desarrollar sus actividades docentes, con eficiencia y con relación a esta temática.
- Familiarizar a los niños y niñas de la escuela dominicana con el tema del cambio climático.
- Conocer las variaciones de la temperatura y sus efectos sobre los humanos.
- Resaltar el valor del bosque y su función ante el cambio climático.
- Lograr que los niños y niñas desarrollen estilos de vida en armonía con la naturaleza.

### 5.7.3 Esta guía consta de tres unidades a saber:

1. Unidad I: Mi persona y el cambio climático
2. Unidad II: Las plantas y los animales frente al clima
3. Unidad III: Beneficios del bosque y su función para mitigar el cambio climático.

Cada unidad tiene series de preguntas, escucha, recorta y pega y dibujos para colorear.

La elaboración de la guía ha sido un trabajo de coordinación entre el Departamento de Educación Ambiental y el proyecto Cambio Climático, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el cual ha estado a cargo de las licenciadas:

- Ramona Checo
- Elfrida Pimentel.

## 5.8 MITIGACIÓN DE LOS DESASTRES

La República Dominicana por su ubicación geográfica y las características físicas de su relieve, así como por su distribución poblacional, ha estado sujeta a las ocurrencias de fenómenos naturales extremos con diversos niveles de afectación y una amplia variedad de causas.

El análisis de la evolución histórica de los fenómenos naturales ocurridos durante los últimos tiempos, ha sido de preocupación del gobierno dominicano, el cual reconoce que necesita una política que ayude a mitigar los futuros impactos de estos fenómenos.

En este análisis se ha visto la necesidad de impulsar acciones tempranas que contribuyan con los objetivos de la convención y, asimismo, mitigar los impactos de estos desastres, para lo cual se ha elaborado el Diagnóstico del Sector Prevención de Desastres.

De acuerdo a estudios hechos durante los últimos 35 años, la República Dominicana ha sido afectada por diferentes eventos ocurridos en un período comprendido entre 1966 y el año 2000. Se sucedieron unos 2,112 eventos que durante este período de tiempo nos han afectado de manera positiva y negativa en el desarrollo de nuestro país. Sólo en los años de 1968, 1975, 1988, 1991, 1993, 1998, ocurrieron una cantidad de eventos que superaron el número de 100.

Se puede decir que sólo entre los años de 1987 y 1997 se reportaron 48 tormentas y huracanes (6/año promedio), convirtiendo al país en un territorio geográfico vulnerable por su ubicación.





En los últimos años, las actividades humanas en el territorio, junto con el crecimiento demográfico relativamente rápido, han magnificado las condiciones de riesgo, especialmente cuando la ocupación del territorio y el uso del suelo no obedecen a un ordenamiento que tome en cuenta las condiciones ambientales inherentes.

El martes 22 de septiembre de 1998 el Huracán Georges impactó el territorio de la República Dominicana durante 15 horas, dejando a su paso lluvias intensas y los efectos por vientos de hasta 170 km/h.

Los damnificados y los daños se estimaron en el orden de 235 muertos, 595 heridos y 59 desaparecidos, así como cuantiosos daños a la agricultura, bosques, carreteras, caminos vecinales, puentes, líneas de transmisión eléctrica, acueductos y canales de riego, más de 100,000 viviendas y miles de escuelas e instalaciones de salud dañadas o destruidas. También se estiman daños y pérdidas cuantiosas en el sector marino costero, en el recurso suelo por erosión, sedimentos de cauces de ríos y embalses, así como la alteración de los cauces de los ríos. Las pérdidas económicas estimadas por la CEPAL ascienden al orden de 2,193.4 millones de dólares (14% del PIB).

El mapa anterior muestra la ruta que han marcado los huracanes (ciclones), en su paso por la República Dominicana.

### **5.8.1 Opciones de mitigación de los desastres naturales**

Para evitar y/o mitigar estos cambios es necesario evaluar lo antes posible cuáles son los impactos esperados. La República Dominicana, de acuerdo a la vulnerabilidad de sus diferentes sectores, debe formular estrategias con medidas de adaptación que contribuyan no sólo a atenuar impactos futuros, sino a resolver impactos actuales que reducen la vulnerabilidad del ambiente natural.

Entre las opciones de mitigación tenemos “El Ordenamiento Territorial Nacional”, el cual implica

y es al mismo tiempo una política de Estado, un instrumento de planificación del desarrollo, por medio del cual se obtiene una calidad de vida armoniosa con la naturaleza y un compromiso intergeneracional. Es una perspectiva holística, democrática, participativa, que permite: adecuar la organización político-administrativa y la proyección espacial de la política social, económica, ambiental y cultural.

Entre los aspectos que este estudio considera, se encuentran, la estrategia de prevención, mitigación y respuestas ante cualquier desastre natural (ciclones, huracanes, vaguadas, terremotos, deslizamiento de suelo, incendios, sequía prolongada, entre otros) o humano (desertificación, deforestación, contaminación ambiental...). Otros aspectos a considerar son los niveles de vulnerabilidad social ante cualquier desastre.

Por último, la Ley 64-00 del 18 de agosto del 2000, Ley sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los numerales 38 y 39 del Artículo 16 del Capítulo III sobre definiciones básicas, encontramos las siguientes definiciones relacionadas con el Ordenamiento Territorial y el tema que nos ocupa:

“38. Ordenamiento del Territorio: Proceso de planeamiento, evaluación y control dirigido a identificar y programar actividades humanas compatibles con la conservación, el uso y manejo de los Recursos Naturales en el Territorio Nacional, respetando la capacidad de carga del entorno natural, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el medio ambiente, así como garantizar el bienestar de la población.

39. Ordenamiento del Suelo: Proceso de planificación dirigido a evaluar y programar el uso en el Territorio Nacional, de acuerdo con sus características y potencialidades, tomando en cuenta los Recursos Naturales y Ambientales, las actividades económicas y sociales y la distribución de la población en el marco de una política de conservación y uso sostenible de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente”.

## 5.9 MITIGACIÓN DEL ÁREA FORESTAL

### 5.9.1 Sumideros forestales para la mitigación de gases

En la parte de mitigación del área forestal, la República Dominicana, ha sido consciente de la importancia de los sumideros para mitigar los efectos adversos al cambio climático, por lo cual ha trabajado en la mitigación de diferentes áreas forestales del país.

Desde hace 20 años se desarrolla el proyecto de reforestación Sabana Clara, ubicado entre los municipios de Restauración de la provincia de Dajabón y Pedro Santana de la Provincia de Elías Piña, en la parte media y alta de la cuenca del Artibonito. Mediante el proyecto Sabana Clara se han establecido 1,438 ha. de plantaciones de pino y han sido manejadas 2,400 ha de bosque natural.

En septiembre de 1995, el Gobierno dominicano emitió el Decreto 221, mediante el cual se crea el área protegida Parque Nacional Nalga de Maco, con una extensión de 278 Km<sup>2</sup>. Esta acción gubernamental estaba encaminada a proteger los recursos naturales de esta zona del país y toca la parte más alta de la cuenca del río Joca, uno de los afluentes principales del Artibonito.

En la actualidad, en un acuerdo con el gobierno canadiense, la República Dominicana, pondrá en ejecución un proyecto de rehabilitación y reforestación de la Cuenca del Río Artibonito y otras áreas de la Región Fronteriza.

### 5.9.2 El proyecto llevará por nombre: **Rehabilitación y Desarrollo Comunitario de la Cuenca del Río Artibonito y otras Áreas de la Región Fronteriza**".

Antecedentes:

El río Artibonito tiene una longitud de 236 Kms desde su nacimiento en República Dominicana hasta la desembocadura en el Golfo de Gonave

(Haití). Su cuenca cubre 9,000 km<sup>2</sup> (6,780 km<sup>2</sup> en Haití y 2,220 km<sup>2</sup> en la República Dominicana). En Haití, la cuenca del Artibonito cubre aproximadamente una tercera parte de la nación. Esta área incluye algunos de los terrenos más degradados del país, y además es el corazón de la producción agrícola. Las prácticas de manejo han eliminado la cobertura de las laderas, causando la erosión de los suelos, provocando dificultades en el manejo del riego, reduciendo la generación hidroeléctrica, disminuyendo los ingresos por actividades agrícolas y aumentando los niveles de pobreza y la migración hacia la República Dominicana.

Entre los objetivos del proyecto están:

- a) Mejorar las condiciones ambientales de la cuenca del río Artibonito y otras áreas de la Región Fronteriza, mediante la reforestación y el ordenamiento de las formas de uso del suelo para el manejo sostenido de los recursos naturales y para la protección de las obras de infraestructura que existen en la cuenca.
- b) Mejorar la calidad de vida de los pobladores rurales de la región.

Construir dos viveros forestales con capacidad de 5 millones de plantas.

Reforestar 11,732 has

- Establecer 1,000 has de prácticas de conservación de suelos.
- Establecer 500 has de parcelas agroforestales.
- Crear 4,000 empleos directos para la población de la zona.

Promover el desarrollo en 33 comunidades, a través de la construcción de infraestructura de comunicación vial, servicios de agua potable, el fomento a la microempresa la producción pecuaria y el ecoturismo.

La duración, será de unos 4 años, de enero 2003 – diciembre 2006 con un presupuesto de CAD\$ 35, 071,604.00.

La Unidades Ejecutoras son la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Dirección General de Desarrollo Fronterizo.

**5.9.3** Otros proyectos que se ejecutarán en el futuro son:

NOMBRE	OBJETIVO	UBICACIÓN
PLAN MAESTRO PARA EL MANEJO DE LAS CUENCAS ALTAS DE LA PRESA DE SABANA YEGUA	Propiciar el manejo racional y sostenido de los recursos naturales de las cuencas altas de la presa de Sabana Yegua, para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes y contribuir a disminuir la tasa de sedimentación de la presa de Sabana Yegua.	Provincias de Azua, San Juan de la Maguana y La Vega.
REHABILITACIÓN Y DESARROLLO COMUNITARIO DE LA CUENCA DEL RÍO ARTIBONITO Y OTRAS ÁREAS DE LA REGIÓN FRONTERIZA	Mejorar las condiciones ambientales de la Cuenca del Río Artibonito, mediante la reforestación y el ordenamiento de las formas de uso del suelo para el manejo sostenido de los recursos naturales, para asegurar la producción y la protección de las obras de infraestructura que existen en la Cuenca.	Provincias Elías Piña, Dajabón, Pedernales, Bahoruco, Independencia, Montecristi y Santiago Rodríguez
COMADREJA	Identificar e implementar alternativas viables de sistemas agrícolas en suelos de sabana, con el fin de mejorar la producción agroforestal, asegurar el autoabastecimiento de alimentos y mejorar los ingresos para elevar así los niveles de vida del agricultor y su familia.	Monte Plata
FOMENTO FORESTAL	Establecer un mecanismo de promoción y fomento de las actividades de reforestación en tierras ganaderas	Monte Plata Sánchez Ramírez
MANEJO DE PLANTACIONES Y BOSQUES PÚBLICOS	Realizar el manejo de los bosques existentes (naturales y plantados) y reestablecer la cobertura forestal de las áreas deterioradas, con la finalidad de contribuir a la conservación de los suelos, las aguas y la biodiversidad y a la reducción de la pobreza creando fuentes de empleo que garanticen mejorar la calidad y el nivel de vida de las comunidades circundantes.	Azua, San José de Ocoa, Elías Piña, Dajabón y San Cristóbal.

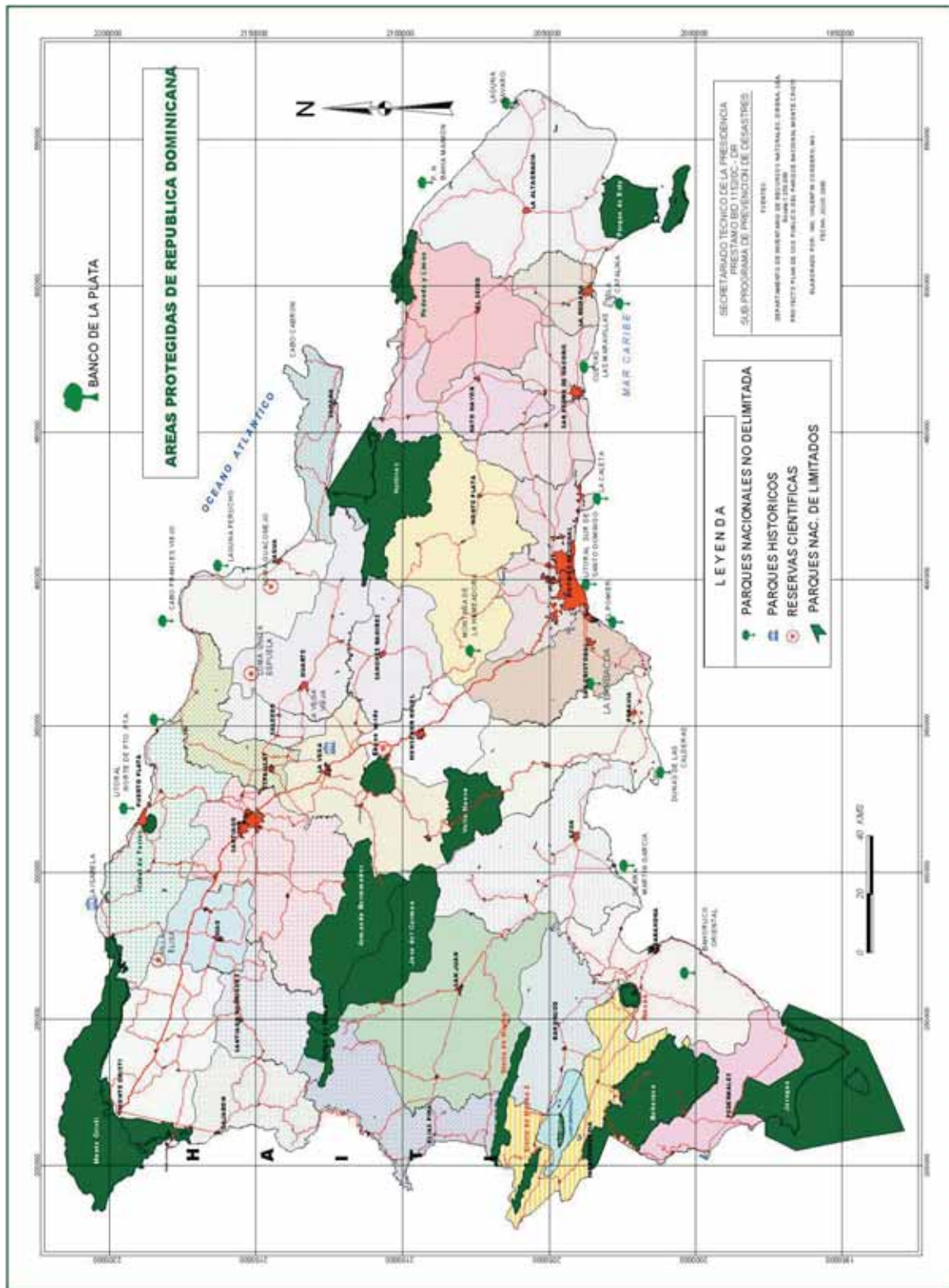
**5.9.4 Otro proyecto en ejecución es:  
Proyecto de Manejo de la Cuenca Alta del Río Yaque del Norte (PROCARYN)**

Este proyecto tiene como objetivo, proteger los recursos naturales en la cuenca alta del Río Yaque del Norte y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población local.

Ubicación del proyecto, La Vega.



MAPA No. 13. Sistema de Áreas Protegidas









## SIGLAS UTILIZADAS

<b>CITMA</b>	:	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba.
<b>CMNUCC</b>	:	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
<b>CONATEL</b>	:	Comisión Nacional Técnica Forestal de la República Dominicana.
<b>DGF</b>	:	En el contexto del inventario se refiere a la Dirección General Forestal de la República Dominicana.
<b>FAO</b>	:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<b>GBP</b>	:	En el contexto del inventario se refiere a las Guías del IPCC en Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbre para la Preparación de Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero (IPCC, 2000).
<b>GR</b>	:	En el contexto del inventario se refiere a las Guías Revisadas del IPCC de 1996 para la Preparación de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC-OECD-IEA, 1997).
<b>IEA</b>	:	Siglas en inglés de la Agencia Internacional de Energía.
<b>IPCC</b>	:	Siglas en inglés del Panel Intergubernamental de Expertos sobre los Cambios Climáticos. Establecido por el PNUMA y la OMM para proporcionar asesoramiento, acerca de los resultados de las investigaciones sobre cambio climático, a los tomadores de decisiones.
<b>OECD</b>	:	Siglas en inglés de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).
<b>OMM</b>	:	Organización Meteorológica Mundial.
<b>PNUMA</b>	:	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
<b>SBSTA</b>	:	Siglas en inglés del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, encargado de proporcionar a la Conferencia de las Partes, y según proceda, a sus demás órganos subsidiarios, información y asesoramiento oportu-

**SEMARN** : nos sobre los aspectos científicos y tecnológicos relacionados con la CMNUCC.  
: Sigla utilizada en el inventario para identificar a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana.

## GLOSARIO

<b>ADAPTACIÓN</b>	:	Es la respuesta a los efectos del Cambio Climático. Puede ser autónoma (adaptación biofísica de un organismo ante un cambio) o mediante la adopción de políticas (medidas).
<b>ANOMALÍA CLIMÁTICA:</b>		Desvío del valor de un elemento climático respecto del valor normal.
<b>BIOCLIMATOLOGÍA</b>	:	Ciencia que estudia las acciones de los distintos climas sobre los seres vivos.
<b>CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA</b>	:	Movimiento de la Atmósfera por encima de la superficie de la tierra.
<b>CLIMA</b>	:	Síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizadas por estadísticas.
<b>CLIMATOLOGÍA MÉDICA</b>	:	Es la rama de la Bioclimatología que estudia la influencia sobre los estados de la salud o enfermedad del ser humano.
<b>EL NIÑO</b>	:	Es el calentamiento anómalo, tanto de las aguas superficiales del Centro como del Este del Océano Pacífico tropical. (La Niña cuando se refiere a los procesos de enfriamiento).
<b>ELEMENTO CLIMÁTICO</b>	:	Cualquiera de las propiedades o condiciones que, tomadas en conjunto, definen el clima en un lugar determinado. (Por ejemplo, temperatura, humedad, precipitación).
<b>ENOS</b>	:	Es una sigla que engloba al Niño y la Oscilación de Sur, indicando la presencia de dos componentes, una oceanográfica (el Niño) y otra atmosférica (la oscilación del Sur).
<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	:	Razón entre la tensión actual del vapor y la tensión saturante que corresponde a la temperatura del aire.

<b>HUMEDAD</b>	:	Valor de agua contenido en el aire.
<b>ÍNDICE CLIMÁTICO</b>	:	Característica numérica de un clima en función de los elementos climáticos.
<b>ÍNDICE DE CIRCULACIÓN</b>	:	Parámetro que indica la intensidad de la circulación atmosférica en una Región dada.
<b>ÍNDICE DE OSCILACIÓN DEL SUR (SOI)</b>	:	Es el gradiente de presión entre Darwin y Tahití, definido como la diferencia entre las presiones atmosféricas estandarizadas de ambos sitios.
<b>MITIGACIÓN</b>	:	Se relaciona con las causas del Cambio Climático. Se vincula con las acciones para prevenir o retardar el incremento de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero, limitando las emisiones o ampliando los sumideros.
<b>NORMALES</b>	:	Valores medios calculados a partir de tomar un período uniforme y relativamente largo, que comprende por lo menos tres períodos consecutivos de diez años.
<b>TEMPERATURA DEL AIRE</b>	:	Temperatura leída en un termómetro expuesto al aire, protegido de la radiación solar directa.
<b>VARIABILIDAD CLIMÁTICA</b>	:	Se utiliza a menudo para identificar los desvíos de las estadísticas climáticas a lo largo de un período de tiempo dado (por ejemplo, un mes, estación o año determinado) respecto a las estadísticas climáticas a largo plazo relacionadas con el mismo período del calendario. (En este sentido, la variabilidad climática se mide por esos desvíos denominados habitualmente anomalías).

## ÍNDICE DE MAPAS

- Mapa No. 1** : Localización de la República Dominicana.
- Mapa No. 2** : Cobertura Boscosa de la República Dominicana.
- Mapa No. 3** : Celdas de SCENGEN que cubren República Dominicana, en las que están disponibles los resultados de los MCG.
- Mapa No. 4** : Campo de alturas de la República Dominicana utilizado en la reconstrucción del campo de temperaturas para línea base climática.
- Mapa No. 5** : Cuadrículas de ajuste del Modelo de Circulación General de la Atmósfera y área seleccionada para la evaluación del impacto en las aguas subterráneas.
- Mapa No. 6** : Distribución estacional de la lluvia. Línea Base 1961 – 1990.
- Mapa No. 7** : Niveles de Riesgo de Malaria por Municipios. 1999.
- Mapa No. 8** : Mapa Preliminar de Vulnerabilidad a las Inundaciones.
- Mapa No. 9** : Mapa Preliminar de amenaza por sequía y elementos vulnerables.
- Mapa No. 10** : Sistema Eléctrico Nacional.
- Mapa No. 11** : Ruta de Huracanes.
- Mapa No.11** : Deslizamientos y Derrumbes.
- Mapa No. 12** : Sistema de Áreas Protegidas.
- Mapa No. 13** : Amenazas por Deslizamientos.

## ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1** : Promedios de Temperatura, en °C, para agosto y enero.
- Cuadro 2** : Datos pluviométricos anuales de algunas ciudades.
- Cuadro 3** : Promedio de horas diurnas por mes.
- Cuadro 4** : Diversidad, endemismo y especies amenazadas en plantas y vertebrados terrestres de la República Dominicana.

<b>Cuadro 5</b>	:	Cobertura de Bosques Nativos por Categorías y otros Usos de la Tierra.
<b>Cuadro 6</b>	:	Estadísticas sociales (Fuente: Desarrollo Humano R. D. 2000 PNUD).
<b>Cuadro 7</b>	:	Porcentaje de iletrados según edad.
<b>Cuadro 8</b>	:	Características de los hogares pobres.
<b>Cuadro 9</b>	:	Producto Interno Bruto por sectores de origen millones de RD\$, a precio de 1970.
<b>Cuadro 10</b>	:	El PIB Corriente, Real y Percápita.
<b>Cuadro 11</b>	:	Energía disponible y facturada 1990-2000.
<b>Cuadro 12</b>	:	Capacidad energética instalada por grupo de generación e inversiones en expansión (mw).
<b>Cuadro 13</b>	:	Distribución del consumo por sectores.
<b>Cuadro 14</b>	:	Parque vehicular de la República Dominicana.
<b>Cuadro 15</b>	:	Vehículos de motor registrados en la República Dominicana por año, según tipo.
<b>Cuadro 16</b>	:	Pasajeros por entrada y salida del país, según residencia y nacionalidad.
<b>Cuadro 17</b>	:	Exportaciones generales por categoría. Período 1994 – 2001.
<b>Cuadro 18</b>	:	Exportaciones nacionales de productos orgánicos por país, enero - diciembre.
<b>Cuadro 19</b>	:	Importaciones generales período 1994 -2001.
<b>Cuadro 20</b>	:	Evolución de la balanza agropecuaria en los años 1995 – 2000. Período 1995 -2001.
<b>Cuadro 21</b>	:	Las Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg). República Dominicana, año 1990.
<b>Cuadro 22</b>	:	Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg). República Dominicana, año 1994.
<b>Cuadro 23</b>	:	Emisiones agregadas en equivalentes de CO <sub>2</sub> de los principales gases de efecto invernadero directo.
<b>Cuadro 24</b>	:	Incremento total de la absorción de carbono debido al aumento anual de la biomasa (kt C).
<b>Cuadro 25</b>	:	Extracción de madera de los bosques y otros tipos de vegetación leñosa (kt materia seca). República Dominicana, años 1990 y 1994.
<b>Cuadro 26</b>	:	Remoción o absorción neta anual de CO <sub>2</sub> debido a los cambios en los bosques y otros tipos de vegetación leñosa. República Dominicana, años 1990 y 1994.
<b>Cuadro 27</b>	:	Emisiones de CO <sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques (Gg). República Dominicana, años 1990 y 1994.
<b>Cuadro 28</b>	:	Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg). República Dominicana, año 1990.
<b>Cuadro 29</b>	:	Emisiones y Absorciones netas totales de GEI (Gg). República Dominicana, año 1994.

<b>Cuadro 30</b>	:	Marchas anuales del aumento y las variaciones de temperatura y/o aumento o disminución de la precipitación.
<b>Cuadro 31</b>	:	Incrementos del nivel del mar (cm) según los escenarios de emisiones.
<b>Cuadro 32</b>	:	Valor de los componentes del balance hídrico en los años 1961 – 1990.
<b>Cuadro 33</b>	:	Tasas de incremento del nivel del mar (cm/año) para la República Dominicana según los escenarios de emisiones considerados.
<b>Cuadro 34</b>	:	Incremento del nivel del mar (cm) para la República Dominicana, según los escenarios de emisiones considerados.
<b>Cuadro 35</b>	:	Incrementos promedios esperados de la temperatura del aire (oC) por celda y región costera del país para los escenarios climáticos establecidos.
<b>Cuadro 36</b>	:	Incrementos promedios esperados de la temperatura superficial del agua (oC).
<b>Cuadro 37</b>	:	Incremento de temperatura (oC) por regiones y períodos de tiempo para el Escenario Climático IS92a.
<b>Cuadro 38</b>	:	Presentación por región de las respuestas diferenciadas a los impactos del cambio climático.
<b>Cuadro 39</b>	:	Proyectos Hidroeléctricos Futuros.

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfica 1</b>	:	Crecimiento promedio anual de la población del país 1920-1993.
<b>Gráfica 2</b>	:	Esperanza de Vida al Nacer (en años).
<b>Gráfica 3</b>	:	Variación de la disponibilidad energética y la facturación durante un período de 11 años.
<b>Gráfica 4</b>	:	Exportaciones Generales por categoría. Período 1994-2001.
<b>Gráfica 5</b>	:	Importaciones Generales Período 1994-2001.
<b>Gráfica 6</b>	:	Evolución de la Balanza Agropecuaria en los años 1995-2000.
<b>Gráfica 7</b>	:	Emisiones brutas obtenidas para los años 1990 y 1994.
<b>Gráfica 8</b>	:	Emisiones de gases distintos del CO <sub>2</sub> procedentes de la quema in situ de bosques (Gg). República Dominicana, años 1990 y 1994.
<b>Gráfica 9</b>	:	Cambios de temperatura y precipitación promedio de las dos cuadrículas de SCENGEN

- Gráfica 10** : Marcha anual de la lluvia y el escurrimiento medio en República Dominicana. Serie 1961 – 1990.
- Gráfica 11** : Perfil Cuña Intrusión Marina Acuífero Planicie Costera Oriental.
- Gráfica 12** : Ascenso previsto del nivel del mar en la República Dominicana, de acuerdo a los tres escenarios de emisiones establecidos.
- Gráfica 13** : Rendimientos potenciales de la papa en S. J. de Maguana durante el siglo XXI, sin efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.
- Gráfica 14** : Rendimientos potenciales de la papa en S. J. de Maguana durante el siglo XXI, con efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.
- Gráfica 15** : Rendimientos potenciales del arroz en S. J. de Maguana durante el siglo XXI, sin efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.
- Gráfica 16** : Rendimientos potenciales del maíz en S. J. de Maguana durante el siglo XXI, con y sin efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>.
- Gráfica 17** : Números de casos anuales de malaria detectados durante el período de 1965-2000.
- Gráfica 18** : Láminas examinadas para el diagnóstico de la malaria, años 1965-2000.
- Gráfica 19** : Comportamiento del Clima en condiciones actuales.



## BIBLIOGRAFÍA

### DATOS BIBLIOGRÁFICOS

- AES 2000.** Estudio de Impacto Ambiental para la instalación de una planta de producción de energía termoeléctrica. AES Corporation. Datos físicos y químicos de aguas marinas.
- ALGAS (1998):** Asia Least-cost Greenhouse Gas Abatement Strategy Report for Indonesia. Asian Development Bank, Global Environment Facility and United Nations Development Programme, Manila, Philippines, 57-87
- Ali, A.** Climate change impacts and adaptation assessment in Bangladesh. *Climate Search*, 12;: 109-116.
- Almonte, N. C.** 1976. Bahía de Las Calderas, flora y fauna. Editora Amigos del Hogar, Santo Domingo, 124 pp.
- Álvarez, P., C. Duval, T. Colón, G. González, F. Battle, E. Martínez, J. Gómez, L. Comprés, P. Castellanos y N. Piña** 1991. Aspectos clínicos, epidemiológicos y antropológicos de la ciguatera en República Dominicana. *Indotécnica* 4(1): 7-12.
- Álvarez, V.** 1994. Los Manglares de la República Dominicana. PP. 209-217. en: *El Ecosistema de Manglar en América Latina y la Cuenta del Caribe: su Manejo y Conservación* (D.O. SUMAN, ED.).
- Anuario estadístico agropecuario de la República Dominicana, 1998:** Secretaría de Estado de Agricultura, Subsecretaría de Estado de Planificación Sectorial Agropecuaria, 123 pp.
- Ashton, M. A, C. A. Tosteson, y T. R. Tosteson,** 1999. Toxin production in relation to elevated temperature exposure in laboratory cultured *Ostreopsis lenticularis*. Abstract. <http://www.aslo.org/santafe99/abstracts/SS42TH0093S.html>.
- Aurell, M.** 2000. Sedimentación marina y cambio climático. <http://www.ciencia.vanguardia.es/ciencia/medi/ART/m38.html>.
- Banco Central de la República Dominicana.** Datos Estadísticos de la Balanza de Pago 1995-2000.
- Banco Central de la República Dominicana.** Resumen Ejecutivo del Informe de la Economía Dominicana 1999.
- Barnwell, F. H.** 1977. Phase synchrony of skeletal rhythms within populations of corals (*Millepora* and *Acropora*) at Boca Chica, Dominican Republic. *Am. Zool.*, 17: 869.
- Barros Mouriño, O.** (1982). La intrusión salina y sus efectos en la explotación de acuíferos cársicos. Casos históricos. I Primer Coloquio Hidrología Cársica en la Región del Caribe. Unesco, La Habana.
- Barros Mouriño, O.** (1997). Variabilidad de la intrusión marina en cuencas costeras cársicas de Cuba. Informe parcial proyecto impacto cambio global en la dinámica de la intrusión marina, INRH.
- Benioff, R.** (1998). Adapting to climate change. Assessments and Issues. Rapporteur's Statement. *Water Resources* (pag.209-210). Springer.

- Benioff, R.**, S. Guill and J. Lee, eds., 1996: Vulnerability and adaptation assessments: An international Handbook. Dordrecht, the Netherlands Kluwer Academic Publishers, 320pp.
- Bergkamp, G.** y B. Orlando 1999. Los humedales y el cambio climático: examen de la colaboración entre la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán 1971) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. [http://www.ramsar.org/key\\_unfccc\\_bkgd\\_s.htm](http://www.ramsar.org/key_unfccc_bkgd_s.htm).
- Betancourt, L y A. Herrera 2001. Impactos a los arrecifes coralinos en la Ensenada de Sosúa, Puerto Plata. *Revista Indotécnica* (9): 2, 11-19.
- Bonnely, I.** 1982. Ectenascidia turbinata Herdman, una ascidia común en las raíces del mangle rojo Rhizophora, mangle de la Bahía de Las Calderas del Parque Nacional del Este. Publicación del CIBIMA, pp. 1.
- Bourgault AM,** Todd E. Ciguatera poisoning acquired in the Dominican Republic – Quebec. *CDWR* 1985;11:151-52.
- Carter, T.**, E. Holopainen y M. Kannien, 1993: Techniques for developing regional climatic scenarios for Finland. Publications of the Academy of Finland 2/93, Painatuskeskus, Helsinki, 63pp.
- CEBSE 1993. Documento síntesis, propuesta descriptiva para la implementación de la Reserva de Biosfera Bahía de Samaná y su Entorno. Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno. Santo Domingo, República Dominicana, 76 pp.
- Centro Dominicano de Promoción de las Exportaciones (CEDOPEX)** Estadísticas de Exportaciones de la República Dominicana 2000-2001.
- CEPAL (1993).** Cambio climático y gestión del agua en América Latina y el Caribe (versión en Español). LC/G.1765, Naciones Unidas.
- CESIGMA 1999.** Estudio de prefactibilidad para la regeneración de las playas Sosúa y Cabarete, República Dominicana. Informe a la Secretaría de Turismo, 37 pp.
- CIBIMA 1994.** Estudio preliminar sobre la biodiversidad costera y marina de la República Dominicana. Editora Alfa y Omega, Santo Domingo, 459 pp.
- CITMA (2000):** República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero.
- CITMA/CCTRAIN, (1999):** República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero. Año Base 1990. Agencia de Medio Ambiente. Instituto de Meteorología, Ediciones GEO, 339 pp.
- CITMA/PNUD/GEF, (2000):** República de Cuba. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero. Año 1994. Agencia de Medio Ambiente. Instituto de Meteorología.
- Cleveland, R. B.,** Cleveland, W. S., McRae, J. E. and Terpening, I. (1990). STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 6, 3-73.
- Cocco, A.** y G. Gutiérrez 1999. El Huracán Georges en República Dominicana: efectos y lecciones aprendidas. [http://www.reliefweb.int/library/documents/paho\\_hurr\\_3domrep.pdf](http://www.reliefweb.int/library/documents/paho_hurr_3domrep.pdf)
- Colom, R.,** Z. Reyes y Y. Gil. 1994. Censo comprensivo de la pesca costera en la República Dominicana. Reportes del Propescar-Sur, Vol. I, pp. 1-34.
- CRIES 1980.** Land cover/use inventory for the Dominican Republic through visual interpretation of Landsat imagery. CRIES/USDA/AID/MSU.
- De la Fuente,** Santiago 1976. Geografía Dominicana. Editorial Colegial Quisqueyana, S. A., Santo Domingo, República Dominicana, 272 pp.
- Debbie's Dominican Republic 2.000.** Scuba Diving in the Dominican Republic. <http://www.dominican-diving.com/> <http://www.dominican-diving.com/>

- Dirección General Forestal (1998):** 1988-1997. Una Década de Trabajo en Defensa de los Recursos Naturales. Santo Domingo, 55 pp.
- Dirección Nacional de Parques 1986.** Plan de manejo y conservación Parque Nacional Jaragua. Editora de Colores, 167 pp.
- DIRENA (1992):** Citado en PNUD (2000), Cap III, pag. 74.
- DIRENA Cuadro #2,** Distribución de las unidades de uso y cobertura de la Tierra en: Inventario de la vegetación y uso de la Tierra en la República Dominicana. Departamento de Inventario de Recursos Naturales. SURENA/SEA.
- Duval, C.** 1992. Identificación de dinoflagelados considerados productores de ciguatoxinas sobre el litoral SE de Santo Domingo. *Indotécnica* 5(2): 11-18.
- Economopoulos, A. P.** (1993): Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution. Part One, WHO.
- Ellison, A. M. y E. J. Farnsworth** 1996. Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, present trends and future predictions. *Biotropica* 28(4a): 549-565.
- Emanuel K. A.** 1987. The dependence of hurricane intensity. *Nature*, 329: 483-485.
- EMEP/CORINAIR (1996):** Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Vol I and II.
- Enders W** (1995) Applied Econometric time Series. John Wiley and Sons, Inc New York.
- Engle, Robert F.** (1982) "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation," *Econometrica*, 50, 987-1008.
- Engle, Robert F. and Victor K. Ng** (1993) "Measuring and Testing the Impact of News on Volatility," *Journal of Finance*, 48, 1022-1082.
- Engle, Robert F., David M. Lilien, and Russell P. Robins** (1987) "Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The ARCH-M Model," *Econometrica* 55, 391-407.
- Enron** 2000. Estudio de Impacto Ambiental. Terminal de importación de gas licuado (GNL) y una planta termoeléctrica de ciclo combinado con una capacidad nominal de 500 megavatios (Mw), Punta Caucedo. Tablas de datos sobre la calidad del agua.
- FAO (1995):** Evaluación de los Recursos Forestales 1990. Países Tropicales. Estudio FAO Montes 112, 43 pp.
- FAO (1997):** State of the World's Forest 1997. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Ferrera, J., N. Lysenko y T. G. Domínguez** 1990. Proyecto inventario de los recursos naturales de la Bahía de Samaná. Reporte técnico al Center for Marine Conservation, Centro de Investigaciones de Biología Marina, CIBIMA, Universidad Autónoma de Santo Domingo, 49 pp.
- Flugsrud, K., W. Irving and K. Rypdal** (1999): Methodological Choice in Inventory Preparation. Franco, O. 2000. Playas dominicanas. <http://www.inter.net.do/Dominicana/lugares/playas.htm>.
- Fuentes, S.F** (1982) Colecciones Dominicanas "Geografía Dominicana 1976", Santo Domingo. Impreso en USA por Caribe Grolier, INC.
- Gaceta Oficial 1996.** Actos del Poder Jurídico. Año CXLV, Número 9926, Editora Cromos S. A., 57 pp.
- Geraldes F. X.** 1995. Caracterización y evaluación ecológica de los sistemas arrecifales y comunidades costeras del sector San Pedro de Macorís-Punta Caucedo, República Dominicana. Oficina Nacional de Planificación, Secretariado Técnico de la Presidencia, 27 pp.

- Geraldes F. X. 2000.** Parque Nacional del Este, Dominican Republic. Environment and development in coastal regions and in small islands. Centro de Investigaciones de Biología Marina, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana. <http://www.unesco.org/csi/pub/papers/geraldes.htm>.
- Geraldes, F. X. 1994.** Iniciativa para la conservación de los arrecifes coralinos del Caribe, República Dominicana. Informe final del proyecto 1993-1994, Centro de Investigaciones de Biología Marina, CIBIMA, Universidad Autónoma de Santo Domingo, 74 pp.
- Geraldes, F. X. e I. Bonnelly, 1978.** Los arrecifes de coral de la costa Sur de la República Dominicana. Ecología y Conservación. En: Conservación y Ecodesarrollo, Centro de Investigaciones de Biología Marina, CIBIMA, Universidad Autónoma de Santo Domingo, pp. 108 – 145.
- Geraldes, F. X., C. Mateo, G. Rosado, V. Alvarez, E. J. Marcano, M. Vega, S. Navarro, E. Pugibet, M. P. Pérez, H. Ramírez, V. Rivas, Y. Rodríguez, D. Montero, M. Asunción y C. Montero 1998.** La diversidad biológica de los ecosistemas marinos del Parque Nacional de Montecristi, Reporte técnico final al proyecto GEF-PNUD/ONAPLAN: Conservación y Manejo de Biodiversidad de la Zona Costera de la República Dominicana, Centro de Investigaciones de Biología Marina, CIBIMA, Universidad Autónoma de Santo Domingo, 36 pp.
- Geraldes, F. X., M. Vega, E. Pugibet, R. E. Torres, Y. Rodríguez, L. Almanzar y D. Guerrero 1997.** Estudio y prospección de las condiciones ecológicas ambientales y uso del Parque Nacional Submarino La Caleta, Informe final, Fundación Dominicana ProInvestigación y Conservación de los Recursos Marinos, MAMMA, Inc., 61 pp.
- Giudicelli, M. 1996.** Las pesquerías dominicanas: evolución, situación y perspectivas. Informe de la FAO, 52 pp.
- Gommes, R., J. du Guerny, F. Nachtergaele y R. Brinkman 1998.** The vulnerability index. En: Potential impacts of sea level rise on populations and agriculture. SD Dimensions/ Special.
- Greene. W (1998)** Econometric Models , McGraw-Hill.
- Hales S, P Weinstein y A. Woodward 1999.** Ciguatera (fish poisoning), El Niño, and Pacific sea surface temperatures. Ecosystem Health, 1999, (5): 20-25.
- Haltenhoff, H. (1998):** El Impacto del Fuego sobre el Medio Ambiente. Recursos Naturales. Pontificia Universidad Católica de Chile. 15 pp.
- Hartshorn, G., Antonini, G., Bobois, R., Harcharik, D., Heckadon, S., Newton. H., Quesada, C., Shores, J. and Staples, G. 1981.** La República Dominicana- Perfil Ambiental del país - Un Estudio de Campo. AID Contract No. AID/SOD/PDC-C-0247. JRB Associates, Virginia 126 pp.
- HELVETAS 1998.** Elementos de debate acerca de turismo y ecoturismo. Caso de estudio - Provincia Samaná, República Dominicana. Programa de conservación ambiental de HELVETAS. <http://kiskeya-alternative.org/http://kiskeya-alternative.org/>
- Herrera, A y E. Matos 2000.** National Statements on Vulnerability and Adaptación to Climate and SEA-LEVEL change in Dominican Republic. Workshop of Assessment and Vulnerability, Trinidad y Tobago, marzo 13-25, 11 pp.
- Herrera, A. 2000.** La clasificación numérica y su aplicación en la ecología. INTEC, 110 pp.
- Herrera, A., L. Betancourt y F. D. León 1997.** Las Pesquerías de la Langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Parque Nacional Jaragua, República Dominicana: Actualidad y Perspectivas. Reporte final de resultados, 20 pp.
- HHA, 1998.** Dominican Holiday. Estudio oceánico-costero de la Playa Mortero. Henríquez Holsteinson y Asociados, SA., 63 pp.

- Hirst**, A.C., Gordon, H.B. and O'Farrell, S.P., 1996: Global warming in a coupled climate model including oceanic eddy-induced advection, *Geophysical Research Letters*, 23, 3361-3364.
- Houghton**, J. T., L. G. Meira Filho, J. Bruce, H. Lee, B. A. Callander, E. Haites, N. Harris, and K. HPB 1997 ciguatera fish poisoning linked to the ingestion of barracuda in a montreal restaurant — QUEBEC. Health Protection Branch - Laboratory Centre for Disease Control. Canada Communicable Disease Report - Volume 23-20, October 15.
- Hulme** M. 1996: Climate Change and Southern Africa: an exploration of some potential impacts and implications in the SADC region. Breckland Print Limited, Norfolk, UK. 104pp.
- INDRHI** - Aquater (2000). Informe final Estudio Hidrogeológico Nacional. Programa de desarrollo geológico – Minero, Convención de Lomé IV.
- INDRHI** – GTZ (1993). Atlas de lluvias máximas en la República Dominicana. Santo Domingo.
- INFOSINERGIA 2000**. Directorio de playas de la República Dominicana <http://www.aguaita.com/aguaita/repdom.nsf/pag/Que+es+Aguaita>
- IPCC (1990). Climate changes. The IPCC Response Strategies. Island Prees, Washington D.C., USA.
- IPCC (1995)**: IPCC - Segunda Evaluación. Cambio Climático 1995, OMM - PNUMA, 71 pp.
- IPCC (2000)**: Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
- IPCC (2000b)**: Land Use, Land –Use Change and Forestry. A Special Report of the IPCC. Cambridge University Press, 377 pp, USA.
- IPCC 1990**. Sea level rise: climate change: the IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC, OECD, IEA (1997)**: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volumes I, II, III.
- Kusler**, J., Brinson, M., Niering, W., Patterson, J., Burkett, V. y Willard, D. 1999. Wetlands and climate change: scientific knowledge and management options. White Paper Institute for Wetland Science and Public Policy, Association of State Wetland Managers / Wetlands International, 27 págs.
- La Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno**, CEBSE, Inc., 47 pp. Lammers, P.E.M.; J.F. Feenstra, A. A. Olstroom (1997): Country/Region – Specific Emission Factors in National Greenhouse Gas Inventories, Institute for Environmental Studies Vrije Universiteit and UNEP, The Netherlands, 19 pp.
- Leggett** J., W. J. Pepper and R. J. Swart, 1992: Emission scenarios for the IPCC: an update. Pp79-75, in, Climate Change 1992: The supplementary report to the IPCC scientific Assessment [Houghton, J.T., B. A. Callender, and S.K. Varney, (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 200pp.
- Limia**, M. (2001). Escenarios climáticos de la República Dominicana, comunicación personal.
- Limia**. M. 2001. Construcción de escenarios climáticos para República Dominicana. Informe de Consultoría al Proyecto PNUD DOM/99/G31, 29 pp.
- Luca, M. G. 2000**. Algunas consideraciones conceptuales y Turismo Sostenible-problemática actual. [http://www.cyberambiental.com/suplementos/ecoturismo/turismo\\_sostenible.htm](http://www.cyberambiental.com/suplementos/ecoturismo/turismo_sostenible.htm).
- Luczkovich**, J. J. 1991. Marine Ecology of the Buen Hombre Coast. En: Satellite monitoring of coastal marine ecosystems: a case from the Dominican Republic, R. W. Stoffle y D. B. Halmó, eds., East Carolina University, pp. 93- 141.
- Magcale-Macandog**, D. B. (2000): Improving Estimates of Annual Biomass Increment and Fo-

rest Aboveground Biomass in Southeast Asia. In: Proceedings of the IGES/NIES Workshop on GHG Inventories for Asia-Pacific Region, 9-10 March 2000, Japan, 90-109.

**Marcano, J. C.** 2000. Mares y Costas de República Dominicana. [http://www.inter.net.do/Dominicana/lugares/mares\\_costa.htm](http://www.inter.net.do/Dominicana/lugares/mares_costa.htm).

**Maskell (eds).** (1995): Climate Change 1994, Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge. 339.

**Mateo, C. M.** 1991. Estudio cualitativo y cuantitativo de la fauna de invertebrados asociados a las raíces del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el Río Soco, San Pedro de Macorís. Contribuciones del Centro de Investigaciones de Biología Marina (CIBIMA), 95: 1-17.

**Maul, G.** 1989. Implications of Climate Changes in the Wider Caribbean Region. Caribbean Environment Programme. United Nations Environment Programme, CEP Technical Report No. 3.

**McMichael AJ, Ando M, Carcavallo R, Et al** (1996) Human Population health. In Watson RT, Zinyowera MC and Moss RH ( eds.) Climate change 1995- Impacts, adaptations and mitigation of climate Report of the Intergovernmental Panel on climate Change. Cambridge, University Press, pp 561-584.

**McMichael, A.J. y Kovats, S.** (1999): El tiempo, el clima y la salud. En: Boletín de la Organización Meteorológica Mundial, Vol. 48, Nº 1, pp. 16 – 21.

**Ministry of the Environment (2001):** National Inventory Report. New Zealand Greenhouse Gas Inventory 1990-1999, April 2001.

**Mitchell, J.F.B., Johns, T.C., Eagles, M., Ingram, W.J. and Davis, R.A.,** 1999: Towards the construction of climate change scenarios, Climatic Change, 41, 547-581.

**Muehe, D. y C. F. Neves** 1995. The implications

of sea-level rise on the Brazilian coast: A preliminary assessment. Journal of Coastal Research, Special Issue 14: 54-78.

**Naranjo L.R and Centella A.** (1998) Recent trends in the climate of Cuba. Weather. March 1998. Vol.53 No.3. Published by the Royal Meteorological Society.

**Norwegian Pollution Control Authority (1999):** Evaluation of Uncertainty in the Norwegian Emissions Inventory, Norwegian Pollution Control Authority (SFT) Report 99:01, Norway. 196 pp.

**Nova, H. (1992).** Evapotranspiration calculations using the AMOR model. Climate changes and evapotranspiration modelling. NHP Report 31. The Nordic Coordinating Committee for Hydrology. (pag. 85-98)

**Oberhuber, J.M.** (1993) Simulation of the Atlantic circulation with a coupled sea-ice mixed layer-isopycnal general circulation model. Part I: model description J. Phys. Oceanogr., 13, 808-829.

**Oficina Nacional de Estadísticas (ONE).** República Dominicana en Cifras 1999

**Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET).** Volumen promedio anual de lluvia y promedio anual de temperatura registrada 1990 – 1994

**Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN).** Desempeño Agropecuario en la Década de los Noventa: Diagnóstico y Tendencias Relevantes.

**Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN).** El Resultado Exportador de la República Dominicana en la Década de los Noventa (Página 37)

**Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN).** Estructura Económica Funcional y Geográfica del Gasto Público Social en la República Dominicana 1978-1999.

- ONE 1993.** Resultados preliminares del VII Censo Nacional de Población y Vivienda, Oficina Nacional de Estadísticas, 200 pp.
- Ortiz, P. L., Aparicio M (2000)** Vulnerabilidad y Adaptación de la Salud Humana ante los Cambios Climáticos en Bolivia. VMARNDF, Programa de Cambios Climáticos PNUD,GET, OPS/OMS. La Paz. pp 108.
- Ortiz, P. L. et al (2000)** Rapid assessment of methods / Models and Human health sector sensitivity to climate change in Cuba. *Climate Change Impacts and Responses*, in: *Proceeding of Conference on National Assessment Results of Climate Change Held in San José, Costa Rica*, March 25-28, 1998, Japan, pp 203-222.
- Ortiz, Pet. al (1998)** Models for setting up a biometeorological Warning System over a Populated Area in Havana. *Book Urban Ecology*. Springer-Verlang, Alemania. p 87-91.
- Ortiz, Pl, Guevara, V.Ulloa J, Aparicio M (2001)** Principios metodológicos para la evaluación de impacto de la variabilidad y el cambio climático en la salud. Un enfoque estadístico. *Revista meteorológica de Colombia*, marzo, No.1, Colombia p 25-36.
- Ottenwalder, J. A., A. Herrera y L. Betancourt** en prensa. Biodiversidad de la República Dominicana y Haití. Proyecto GEF-PNUD/ONAPLAN Biodiversidad Costera y Marina de la República Dominicana, 167 pp.
- Parry, M. y T. Carter, 1998:** Climate impact and adaptation assessment. A guide to the IPCC approach. Earthscan Publication, London, 166pp.
- Patz J. 2000-** Climate Change and Health for Small Island States: Keynote and charge to the Workshop. *Climate Variability and Change and their Health Effects in Pacific Island Countries*, Apia, Samoa, 25-28 July 2000: Workshop Report. WHO/SDE/OEH/01.1.
- Pérez, R., L. A. Amadore y R. B. Feir 1999.** Climate change impacts and responses in the Philippine coastal sector. *Climate Research*, 12(3-3): 97-107.
- Planos E., González, P, Huerta, J. (1995).** La Hidrología Operativa: Base para el desarrollo de la hidrología aplicada y de los aprovechamientos hidráulicos. Experiencia cubana. ORCYT-Unesco. <http://unesco.org.uy/phi/libros/cuba/tapa/html>.
- Planos, E. (1996a).** Evaluación y estrategias para la gestión de los recursos hídricos en la República de Cuba. Conferencia Evaluación y estrategias de gestión de recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Organización Meteorológica Mundial-Banco Interamericano para el Desarrollo. San José Costa Rica. (pág. 119-124).
- PNUD (2000):** Desarrollo Humano en la República Dominicana. Santo Domingo, junio de 2000, 230 pp.
- PNUD, 1997.** Reporte de misión para la República Dominicana. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- PNUD. (2000).** Desarrollo humano en la República Dominicana. Santo Domingo.
- Polonia, A., A. Rivas, F. Richardson y R. Lame-las 1995.** Variaciones en la abundancia de dinoflagelados ciguatóxicos y factores incidentes, en dos playas de la costa Sur de la República Dominicana. *Indotécnica* 7(1): 9-19.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** Desarrollo Humano en la República Dominicana 2000.
- PRONATURA 1993.** Diagnóstico preliminar integrado de la zona costero-marina de la República Dominicana. Secretariado Técnico de la Presidencia/Oficina Nacional de Planificación, 74 pp.
- Richard A, Mark L. (1999).** Statistical Principles for Climate Change Studies. *Journal of Climate*. Volume 12. Number 2, 564-574.

- Roar** Saelthun. (1992). Modelling hydrological effects of climate change. Climate changes and evapotranspiration modelling. NHP Report 31. The Nordic Coordinating Committee for Hydrology. (pag. 73-80).
- Rodríguez, H** (2001, Documento inédito) Nueva visión de los recursos hídricos en la República Dominicana.
- Rodríguez, H.** (2000, Documento inédito). La problemática de la extracción de materiales en los ríos y el futuro de la industria de la construcción en la República Dominicana.
- Rodríguez, H.** (2001, Documento inédito). Diagnóstico del estado de los recursos hidrológicos de República Dominicana. PARD HRM/2001.
- Roeckner, E.,** Arpe,K., Bengtsson,L., Brinkop,S., Dümenil,L., Esch,M., Kirk,E., Lunkeit,F, Ponater,M., Rockel,B., Suasen,R., Schlese,U., Schubert,S. and Windelband,M. (1992) Simulation of the present-day climate with the ECHAM4 model: impact of model physics and resolution Max-Planck Institute for Meteorology, Report No.93, Hamburg, Germany, 171pp.
- Roy Y.** 1998. Canadá: Envenenamiento del pescado por Ciguatera. Datos de la Agencia de Inspección de Alimentos Canadiense, Montreal. Infopesca, No. 42.
- Saenger, P, E.** Hegerl y J. Davie 1983. Global status of mangrove ecosystems. The Environmentalist 3 (Suppl. 3): 1-88.
- Saizar, A.** 1996. Gestión de la zona costera y cambio climático. En: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata, Conferencia Internacional, Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996, Resumen de Exposiciones. <http://www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/eco-doc3.html#gestión de la zona costera y cambio climático>.
- Salabarría, D.** (1997). Vulnerabilidad de los ecosistemas insulares. II Conferencia Regional Convención Mundial para la Lucha contra la desertificación y la sequía. La Habana, Cuba.
- Sang, L.** 1994. Arrecifes de coral. Caracterización de ecosistemas costeros y marinos en la Bahía de Samaná. Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno, Inc., pp. 73-92.
- Sang, L.** 1996. Estudio de los Arrecifes de Coral de la Costa Norte de la Península de Samaná. Proyecto Inventario de la Biodiversidad y Caracterización de las Comunidades del Entorno de la Península y Bahía de Samaná, Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno, CEBSE, Inc. 97 pp.
- Sang, L.,** D. León, M. Silva and V. King 1997. Diversidad y composición de los desembarcos de la pesca artesanal en la región de Samaná. Proyecto de Conservación y Manejo de la Biodiversidad en la Zona Costera de la República Dominicana GEF-PNUD/ONAPLAN, 52 pp.
- Saunders M. A. y A. R. Harris** 1997. Statistical evidence links exceptional 1995 Atlantic hurricane season to record seas warming. Geophys. Res. Lett., 24: 1255-1258.
- Schneider, S** (1997). Assessing the health impacts of Climate Change. Journal of climatic Change., Volume 35-No.2-February., 137-144.
- Secretaría de Estado de Agricultura (1999).** Anuario estadístico agropecuario de la República Dominicana, 1998.
- Secretaría de Estado de Agricultura (SEA).** Departamento de Economía Agropecuaria .Diagnóstico del Sector Agropecuario de la República Dominicana
- Secretaría de Estado de Agricultura,** Subsecretaría de Recursos Naturales. Los suelos de la República Dominicana 1982. Proyecto de Manejo de los Recursos Naturales (MARENA).
- Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales,** Subsecretaría de Suelos y



Aguas. Recopilación de Información Hidrológica 1982-2001 (Ing. Domingo Rafael Brito).

**SEMARN** (2001): Inventario Forestal. República Dominicana, Santo Domingo, junio de 2001, 38 pp.

**SEMARN-OPS (2001):** Diagnóstico Preliminar del Análisis Sectorial de Residuos Sólidos. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. República Dominicana, diciembre de 2001. Serie Economía Dominicana en el 2000, Volumen 2.

**Shiklomanov, I. A.** (1998). Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. World Meteorological Organization-Stockholm Environment Institute.

**Sleath, M.** 2000. Tropical fish may be off the menu. News in Science XX. [http://www.abc.net.au/science/news/print/print\\_101874.htm](http://www.abc.net.au/science/news/print/print_101874.htm).

**Smith J. and M. Hulme,** 1998: Climate change scenarios. In Handbook on methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. Versión 2.0 (eds) J. F. Feenstra, I. Burton, J.B. Smith and R. Tol, United Nations Environmental Programme, Institute for Environmental Strategies.

**Sneyer, R. Goosseens. C** (1988) The principal Component Analysis application to climatology and meteorology. Brussel.WMO. 9th Session of CCI.

**Sokolov, A.A. y T.C. Chapman.** (1981). Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de métodos de investigación (versión en español). Instituto de Hidrología de España-UNESCO.

**Suggestions for Good Practice Guidance.** Document 1999/19, Statistics Norway.

**Suman, D.** 1994. Status of mangroves in Latin American and the Caribbean basin. Pp. 11-20. En: El ecosistema de manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación (D. O. Suman, ed.).

**Todd E.** Ciguatera fish toxin poisoning: an outbreak in Canadian tourists in the Dominican Republic. CDWR 1986;12:73-75.

**Tolentino, L. y M. Peña** 1998. Inventario de la vegetación y uso de la Tierra en la República Dominicana. Moscosoa 10: 179-203.

**TR&D 1992.** Investigación intensiva de las actividades rurales y urbanas y sus impactos en los recursos de agua y costeros. Tropical Research and Development, Inc. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/República Dominicana, 200 pp.

**Transvialsa 1998.** Rehabilitación Playa Hotel Hamaca tras daños causados por el Huracán Georges. Informe Técnico, 18 pp.

**UKMO (1998).** Climate change and its impacts: a global perspective. Dept of the Environment, Transport and the Regions, The Meteorological Office, Bracknell.

**UNEP (1996).** Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies. Draft, version.

**UNESCO – OMM (1997).** ¿Hay suficiente agua en el mundo?. Día Mundial del Agua. [www/http/unesco.org.uy](http://unesco.org.uy).

**US EPA (1995):** Compilation of Air Pollutant Emission Factors. AP-42, Fifth Edition.

**US EPA (1998):** Report on Revisions to 5th Edition AP-42. Section 1.3. Fuel Oil Combustion. Supplement E. September 1998.

**US EPA (2001):** Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and sinks: 1990-1999, April, EPA 236-R-01-001.

**Vinner D. and Hulme M.,** 1992: Climate change scenarios for impact studies in U.K. Climatic Research Unit, UEA, UK.

**Vinner D. and Hulme M.,** 1992: Construction of climate change scenarios by linking GCM and

STUGE output. Technical Note No. 2, Climate Impacts LINK Project, Climate Research Unit, University of East Anglia, 20pp.

**Watson** R. T., M. C. Zinyowera, R. H. Moss y D. J. Dokken (editores) 1997. Summary for Policymakers. The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A special Report of IPCC Working Group II. Intergovernmental Panel on Climate Change.

**Wei** William, W . S. (1990): Time Serie Analysis (Univariate and Multivariate Methods). Addison-Wesley, New York.

**Weil**, E. 1997. Coral, Octocoral and Sponge Diversity on Reefs of the Jaragua National Park, Dominican Republic. Reporte de la Expedición de julio de 1997 al Parque Nacional Jaragua, República Dominicana, Dpto. de Ciencias Marinas, Univ. de Puerto Rico, 11 pp.

**Wigley**, T.M.L.,1999: The science of climate change: global and US perspectives. Pew Center on Global Climate Change, Arlington VA, USA, 48pp.

**Williams**, E. H., I. Clavijo, J. J. Kimmel, P. L. Colin, C. Díaz, A. T. Bardales, R. A. Armstrong, L. Bunkley, R. H. Boulon y J. R. García 1983. A checklist of marine plants and animals of the south coast of the Dominican Republic. Carib. J. Sci. 19 (1-2): 39-54.

**Wittes** R. C, MacLean JD. Ciguatera poisoning with neurologic findings – four more probable cases in Canada. CDWR 1984;10:202-04.

**World Bank (1998)**: World Development Indicators. The World Bank, 389 pp.

